

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-259709

(43)Date of publication of application : 16.09.1994

(51)Int.Cl.

G11B 5/09  
G11B 5/82  
G11B 5/84

(21)Application number : 05-069218

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 04.03.1993

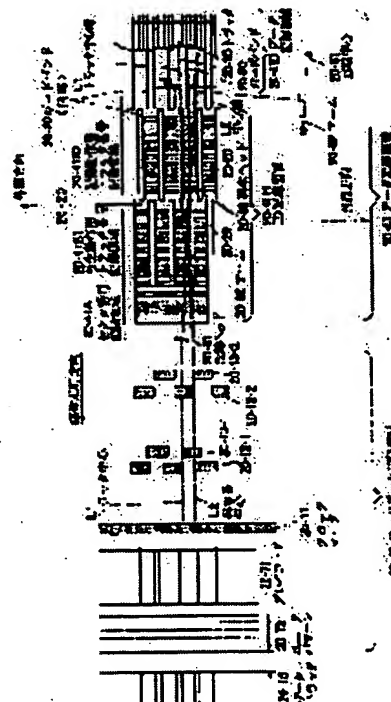
(72)Inventor : WATANABE KENJIRO  
TAKEDA RITSU  
SEKO SATORU  
KAWAZOE KAZUSHIGE  
MUTO TAKAYASU  
MORITA OSAMI  
HAYASHI NOBUHIRO  
ISHIDA TAKEHISA  
ISHIOKA HIDEAKI  
YAMAGOSHI TAKAMICHI

(54) MAGNETIC DISK DEVICE AND PRODUCTION THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase a recording capacity of a magnetic disk.

CONSTITUTION: Guard bands 20-20 are formed as recessed parts, and tracks 20-10 are formed as projected parts. A clock mark 20-11 is formed not only on the tracks but also continuously between each track. This clock mark 20-11 is formed along a rotational locus of a reproducing head 20-30.



---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 01.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3344495

[Date of registration] 30.08.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

---

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

---

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

[Claim(s)]

[Claim 1] Disk-like data medium by which a magnetic film was formed on a field where information is recorded or reproduced The magnetic head which records or reproduces information to said disk-like data medium An arm which it rotates [ arm ] where said magnetic head is supported, and moves said magnetic head to a predetermined radius location of said disk-like data medium It is the magnetic disk drive equipped with the above. Said disk-like data medium It has a data storage area and a control signal record section. In said data storage area While a track is formed the shape of a concentric circle, and in the shape of a spiral, said track Stamp formation is carried out so that a guard band for a record portion for recording data serving as heights, and classifying said adjoining record portion may serve as a crevice. In said control signal record section While stamp formation of a mark for tracking for carrying out tracking control of said magnetic head, a track number distinguishing mark which specifies said track, and the clock mark which divides 1 round at equal intervals is carried out by irregularity At least one of them is formed along with a rotation locus of said magnetic head, and it is characterized by controlling record or playback actuation by said magnetic head corresponding to a signal which reproduces said mark for tracking, a track number distinguishing mark, or a clock mark, and is acquired.

[Claim 2] Disk-like data medium by which a magnetic film was formed on a field where information is recorded or reproduced The magnetic head which records or reproduces information to said disk-like data medium It is the magnetic disk drive equipped with the above. Said disk-like data medium It has a data storage area and a control signal record section. In said data storage area While a track is formed the shape of a concentric circle, and in the shape of a spiral, said track Stamp formation is carried out so that a guard band which a record portion for recording data serves as heights, and classifies said adjoining record portion may serve as a crevice. In said control signal record section A mark for tracking for carrying out tracking control of said magnetic head at least, A track number distinguishing mark which specifies said track, and a clock mark which divides 1 round at equal intervals Stamp formation is carried out by irregularity. Said magnetic head Said mark for tracking, It is characterized by measuring variation corresponding to eccentricity of said disk-like data medium, and controlling record or playback actuation of said magnetic head corresponding to the measurement result from a signal which reproduces a track number distinguishing mark or a clock mark, and is acquired.

[Claim 3] The number of groups of said mark for tracking currently recorded on said disk-like data medium, a track number distinguishing mark, and a clock mark is a magnetic disk drive according to claim 1 or 2 characterized by being 1000 or less per round.

[Claim 4] A rate of occupying to 1 round of said control signal record section of said disk-like data medium is a magnetic disk drive according to claim 1, 2, or 3 characterized by being 40% or less.

[Claim 5] Said disk-like data medium is a magnetic disk drive according to claim 1 to 4 characterized by being formed in a substrate of resin or glass.

[Claim 6] Said magnetic head is a magnetic disk drive according to claim 1 to 5 characterized by separating into a recording head which records data, and the reproducing head to reproduce.

[Claim 7] It is the magnetic disk drive according to claim 6 with which said mark for tracking and track number distinguishing mark have the 1st mark used at the time of record, and the 2nd mark used at the time of playback, and said 2nd mark is characterized by thing of said truck for which it is mostly arranged along a center and said 1st mark is arranged mostly in a location of said truck where only a predetermined distance shifted to radial from a center.

[Claim 8] Said mark for tracking and said track number distinguishing mark are a magnetic disk drive according to claim 7 characterized by being constituted by two or more marks which have the same function.

[Claim 9] Variation corresponding to eccentricity of said disk-like data medium is a magnetic disk drive according to claim 2 characterized by being location variation measured from said mark for tracking, or a track number distinguishing mark, or the time amount variation measured from said clock mark.

[Claim 10] A magnetic disk drive according to claim 9 characterized by calculating an eccentric controlled variable which amends a location gap which originates in eccentricity from said truck of said magnetic head from a signal which reproduces said mark for tracking, a track number distinguishing mark, or a clock mark, and is acquired.

[Claim 11] A magnetic disk drive according to claim 10 which memorizes said eccentric controlled variable calculated and obtained, and is characterized by reading said memorized eccentric controlled variable, adding to a tracking control signal, and carrying out tracking control of said magnetic head.

[Claim 12] A magnetic disk drive according to claim 9 characterized by generating a clock signal synchronizing with said clock mark, memorizing time amount variation measured from said clock mark, and amending a time-axis of said clock signal corresponding to said memorized time amount variation.

[Claim 13] A signal which reproduces said track number distinguishing mark and is acquired is a magnetic disk drive according to claim 1 to 12 characterized by carrying out a CRC operation at coincidence in time amount by which Viterbi decoding is carried out.

[Claim 14] A magnetic disk drive according to claim 1 to 13 characterized by generating a clock signal from a signal which reproduces said clock mark and is acquired, delaying record data corresponding to said clock signal, and recording said delayed record data on said disk-like data medium.

[Claim 15] A magnetic disk drive according to claim 1 to 14 characterized by judging magnitude of the amount of relative location gaps of said magnetic head and truck which were measured from said mark for tracking, and controlling record actuation to said disk-like data medium corresponding to the judgment result.

[Claim 16] Said disk-like data medium, the magnetic head, and an arm are a magnetic disk drive according to claim 1 to 15 which is held in the interior of a sealed case which consists of a top case and a bottom case, and is characterized by forming only a spiracle for pressure regulation which adjusts a difference of an atmospheric pressure inside said case and an external atmospheric pressure which were sealed at the plane section of said top case and a bottom case.

[Claim 17] Said disk-like data medium is a magnetic disk drive according to claim 1 to 16 with which the diameter is characterized by being about 2.5 inches.

[Claim 18] Said disk-like data medium is a magnetic disk drive according to claim 1 to 16 with which the diameter is characterized by being about 1.8 inches.

[Claim 19] Said disk-like data medium is a magnetic disk drive given in claim claim 1 to which the diameter is characterized by being about 1.3 inches thru/or either of 16.

[Claim 20] Disk-like data medium by which a magnetic film was formed on a field where information is recorded or reproduced The magnetic head which records or reproduces information to said disk-like data medium It is the manufacture method of a magnetic disk drive equipped with the above, and a data storage area and a control signal record section are formed in said disk-like data medium. In said data storage area So that a guard band for classifying said record portion which a record portion the shape of a concentric circle and for recording data for said truck while forming a truck spirally serves as heights, and adjoins may serve as a crevice A mark for tracking for carrying out stamp formation and carrying out tracking control of said magnetic head to said control signal record section at least, A track number distinguishing mark which specifies said truck, and a clock mark which divides 1 round at equal



intervals Stamp formation is carried out with irregularity and it is characterized by assembling said disk-like data medium to a case with said magnetic head, after said mark for tracking, a track number distinguishing mark, and a clock mark are formed and recorded.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention is used for the hard disk drive unit in a computer system, and relates to a suitable magnetic disk drive and its manufacture method.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the computer system, a hard disk drive unit is used and it is made as [ access / a high speed ] to the program or data recorded there. In this hard disk drive unit, a magnetic film is formed in both sides of a magnetic disk, and it is made as [ carry out / by the premature start type magnetic head / at that magnetic layer / record playback of the data ]. Since the device section which drives the magnetic head, and the mechanical component which drives a magnetic disk are beforehand included in the interior of a case, it can record data on high density comparatively.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the magnetic film was formed over the whole surface of the surface, and the magnetic disk in the conventional magnetic disk drive had the technical problem which must prepare the guard band between tracks by comparatively large width of face, in order to control the cross talk from an adjoining track. Consequently, a track pitch could not be narrowed but it was set to one of the failures of realizing the equipment which has small and big storage capacity.

[0004] If this is included in a case after recording beforehand the clock signal which constitutes an encoder on a magnetic disk further again as opposed to a magnetic disk, the installation error at the time of assembly (eccentricity) will occur, and it will become difficult to carry out record playback of the data in an exact location. Then, after building a magnetic disk into a case conventionally, he was trying to record the signal which forms an encoder. Consequently, completing equipment took time amount and the technical problem used as the cost high occurred.

[0005] While this invention is made in view of such a condition and having the storage capacity of high density more, the magnetic disk drive and its manufacture method of low cost are realized.

[0006]

[Means for Solving the Problem] Disk-like data medium by which a magnetic film was formed on a field where, as for a magnetic disk drive according to claim 1, information is recorded or reproduced (magnetic disk), The magnetic head which records or reproduces information to disk-like data medium (a recording head 20-31, reproducing head 20-30), In a magnetic disk drive which has an arm (20-62) which it rotates [ arm ] where the magnetic head is supported, and moves the magnetic head to a predetermined radius location of disk-like data medium disk-like data medium It has a data storage area (data storage area 20-41D) and a control signal record section (the servo data storage area 20-40, ID record section 20-41H). In a data storage area While a track is formed the shape of a concentric circle, and in the shape of a spiral, a track So that a guard band (20-20) for a record portion for recording data serving as heights, and classifying an adjoining record portion may serve as a crevice A mark for tracking for stamp formation being carried out and carrying out tracking control of the magnetic head to

a control signal record section (wobble DOMAKU 20-12, 20-13), A track number distinguishing mark which specifies a track (Gray code 20-71, a track number 20-41b1, 20-41b2), While stamp formation of the clock mark (20-11) which divides 1 round at equal intervals is carried out by irregularity, and at least one of them It is formed along with a rotation locus (21-21) of the magnetic head, and is characterized by controlling record or playback actuation by the magnetic head corresponding to a signal which reproduces a mark for tracking, a track number distinguishing mark, or a clock mark, and is acquired.

[0007] Disk-like data medium by which a magnetic film was formed on a field where, as for a magnetic disk drive according to claim 2, information is recorded or reproduced (magnetic-disk 50-1A, 50-1B), In a magnetic disk drive equipped with the magnetic head (50-3A, 50-3B) which records or reproduces information to disk-like data medium disk-like data medium It has a data storage area (20-41D) and a control signal record section (the servo data storage area 20-40, ID record section 20-41H). In a data storage area While a track (20-10) is formed the shape of a concentric circle, and in the shape of a spiral, a track So that a guard band (20-20) which a record portion (20-10) for recording data serves as heights, and classifies an adjoining record portion may serve as a crevice, A mark for tracking for stamp formation being carried out and carrying out tracking control of the magnetic head to a control signal record section at least (wobble DOMAKU 20-12, 20-13), A track number distinguishing mark which specifies a track (Gray code 20-71, a track number 20-41b1, 20-41b2), And stamp formation of the clock mark (20-11) which divides 1 round at equal intervals is carried out by irregularity. It is characterized by measuring variation corresponding to eccentricity of disk-like data medium, and controlling record or playback actuation of the magnetic head corresponding to the measurement result from a signal with which the magnetic head reproduces a mark for tracking, a track number distinguishing mark, or a clock mark, and is obtained.

[0008] The number of groups of a mark for tracking currently recorded on this disk-like data medium, a track number distinguishing mark, and a clock mark can be made less than into per round (for example, 1000 pieces). Moreover, a rate of occupying to 1 round of a control signal record section of disk-like data medium can be made into 40% or less. Furthermore, this disk-like data medium can be formed in a substrate of resin or glass.

[0009] The magnetic head is separable into a recording head which records data, and the reproducing head to reproduce.

[0010] the 1st mark 20-41b2 by which a mark for tracking and a track number distinguishing mark are used at the time of record, and the 2nd mark 20-41b1 used at the time of playback -- constituting -- the 2nd mark -- a track -- it can arrange along a center mostly and the 1st mark can be mostly arranged from a center in a location of a track where only a predetermined distance shifted to radial. Moreover, two or more marks which have the same function can constitute this mark for tracking, and a track number distinguishing mark.

[0011] Furthermore, location variation measured from a mark for tracking or a track number distinguishing mark or time amount variation measured from a clock mark is detectable as variation corresponding to eccentricity of disk-like data medium.

[0012] Furthermore, an eccentric controlled variable which amends a location gap which originates in eccentricity from a track of the magnetic head from a signal which reproduces a mark for tracking, a track number distinguishing mark, or a clock mark, and is acquired can be calculated. Moreover, an eccentric controlled variable calculated and obtained is memorized, a memorized eccentric controlled variable can be read, it can add to a tracking control signal, and tracking control of the magnetic head can be carried out. Or a clock signal is generated synchronizing with a clock mark, time amount variation measured from a clock mark is memorized, and a time-axis of a clock signal can be amended again corresponding to memorized time amount variation.

[0013] Furthermore, in time amount which is carrying out Viterbi decoding of the signal which reproduces a track number distinguishing mark and is acquired, a CRC operation can be carried out at coincidence.

[0014] Or a clock signal is generated from a signal which reproduces a clock mark by the reproducing head and is acquired, and corresponding to a clock signal, only a part corresponding to distance of the

reproducing head and a recording head or a part which amends a nonlinear bit shift is delayed in record data, and can record delayed record data on disk-like data medium.

[0015] Furthermore, a location gap measured from a mark for tracking is judged, and record actuation to disk-like data medium can be controlled corresponding to the judgment result.

[0016] Only a spiracle (100-34) can be formed in a case (100-1,100-31) which holds disk-like data medium and the magnetic head.

[0017] This disk-like data medium can make that diameter 2.5 inches, 1.8 inches, or 1.3 inches.

[0018] A manufacture method of a magnetic disk drive according to claim 20 Disk-like data medium by which a magnetic film was formed on a field where information is recorded or reproduced (magnetic disk 100-23), In a manufacture method of a magnetic disk drive of having the magnetic head (20-30, 20-31) which records or reproduces information to disk-like data medium A data storage area (20-41) and a control signal record section (servo data storage area 20-40) are formed in disk-like data medium. In a data storage area While forming a track the shape of a concentric circle, and in the shape of a spiral, a track So that a guard band (20-20) for a record portion (20-10) for recording data serving as heights, and classifying an adjoining record portion may serve as a crevice A mark for tracking for carrying out stamp formation and carrying out tracking control of the magnetic head to a control signal record section at least (wobble DOMAKU 20-12, 20-13), A track number distinguishing mark which specifies a track (Gray code 20-71), And stamp formation of the clock mark (20-11) which divides 1 round at equal intervals is carried out with irregularity. It is characterized by assembling disk-like data medium to a case (100-1,100-31) with the magnetic head, after a mark for tracking, a track number distinguishing mark, and a clock mark are formed and recorded.

[0019]

[Function] In the magnetic disk drive according to claim 1, the guard band is formed as a physical crevice to the record portion which records the data of a track. In order for a possibility that data may be reproduced from there to decrease and to mitigate a cross talk, it becomes unnecessary therefore, to enlarge width of face of a guard band. Consequently, it becomes possible to narrow a guard band and to enlarge storage capacity.

[0020] Furthermore, even if it uses opto-electronics, it becomes possible to arrange these marks in a very exact location and it narrows a track pitch in order to carry out stamp formation of the mark for tracking, a track number distinguishing mark, or the clock mark with irregularity along with the rotation locus of the magnetic head for example, it becomes possible to carry out record playback of the data correctly.

[0021] Moreover, in a magnetic disk drive according to claim 2, the eccentricity of disk-like data medium is measured and record playback actuation is controlled corresponding to this. Therefore, it sets, when the mark for tracking, a track number distinguishing mark, or a clock mark builds disk-like data medium into a case in the condition of having been formed beforehand, and even if it originates in the installation error at the time of inclusion and eccentricity occurs, it becomes possible to make the magnetic head access correctly to a track.

[0022] After carrying out stamp formation with irregularity, he is trying to assemble the mark for tracking, a track number distinguishing mark, and a clock mark to a case in the manufacture method of a magnetic disk drive according to claim 20 with the magnetic head. Therefore, processing which records an encoder becomes unnecessary after assembly, and equipment can be completed in a short time. Consequently, it becomes possible to also reduce cost.

[0023]

[Example] Drawing 1 shows the configuration of the whole magnetic disk drive of this invention. The motor section 10-1 rotates the magnetic-disk section 10-2 at the rate of predetermined. The recording head section 10-3 and the reproducing-head section 10-4 are attached in the arm section 10-5, and it is made as [ move / by rotating a predetermined shaft as a center / to the predetermined radius location of the magnetic-disk section 10-2 / the recording head section 10-3 and the reproducing-head section 10-4 ]. These motor sections 10-1, the magnetic-disk section 10-2, the recording head section 10-3, the reproducing-head section 10-4, and the arm section 10-5 are held in the case section 10-10.

[0024] Various marks are beforehand formed in the magnetic-disk section 10-2, the clock signal

generation section 10-6 generates a clock signal from the signal with which the reproducing-head section 10-4 reproduces and outputs the mark, and it outputs to the tracking servo section 10-7 and the playback section 10-8. The tracking servo section 10-7 generates a tracking error signal from the signal which the reproducing-head section 10-4 outputs with reference to the clock signal supplied from the clock signal generation section 10-6, and drives the arm section 10-5 corresponding to this. Thereby, tracking control of the recording head section 10-3 and the reproducing-head section 10-4 is carried out to the predetermined radius location of the magnetic-disk section 10-2.

[0025] The Records Department 10-9 modulates the record signal supplied from the circuit which is not illustrated, and makes it record on the magnetic-disk section 10-2 through the recording head section 10-3. From the signal with which the reproducing-head section 10-4 reproduces and outputs the data currently recorded on the magnetic-disk section 10-2, the playback section 10-8 carries out recovery processing of the record data, and outputs it to the circuit which is not illustrated.

[0026] The monitor of the tracking error signal is carried out, a big shock etc. joins equipment again, the tracking servo section 10-7 controls the Records Department 10-9, when the recording head section 10-3 secedes from a track, and it stops record actuation.

[0027] Although the above is the configuration and actuation of the whole magnetic disk drive of this invention, in order to migrate to the many fields of this magnetic disk drive, for every point, the point of this invention divides those contents and is explained.

[0028] The point about the magnetic-disk section 10-2 is explained to the beginning with reference to drawing 2 thru/or drawing 16. Here, explanation about the rate of the shape of the format of a magnetic disk and a plan type, a cross-section configuration, a magnetization method, surface treatment, and a servo data area etc. is given.

[0029] Next, explanation of the point about the recording head section 10-3 and the reproducing-head section 10-4 is given with reference to drawing 17 and drawing 18. Here, the gap and cross-section structure of the magnetic head are explained.

[0030] The point about the arm section 10-5 is explained to the degree with reference to drawing 19 and drawing 20. Here, the structure of an arm is explained.

[0031] Moreover, next it is the arm section 10-5, with reference to drawing 21 thru/or drawing 33, explanation of the point about the clock signal generation section 10-6 is given. Here, explanation of clock signal generation and the method of the eccentric measurement which is needed for time-axis amendment of this clock are explained.

[0032] Next, explanation of the point about the tracking servo section 10-7 is given with reference to drawing 34 thru/or drawing 43. Here, actuation of a tracking servo and the number of servo data storage areas required for a tracking servo are explained. Moreover, how to judge an off-track using a tracking error signal is explained.

[0033] Furthermore, with reference to drawing 44 thru/or drawing 50, explanation of the point about the playback section 10-8 and explanation of the point concerning the Records Department 10-9 with reference to drawing 51 thru/or drawing 58 are given. Here, playback of data and record are explained.

[0034] And explanation of the point about the case section 10-10 is given at the last with reference to drawing 59 thru/or drawing 64. Here, the case which holds the magnetic head, a magnetic disk, etc. is explained.

[0035] The configuration shown in this drawing 1 is decomposed if needed, and only a required element is extracted suitably and reconfigured so that explanation for which it was suitable for every point may be given in explanation of each [ these ] point. Therefore, the technical element used in explanation of each point does not necessarily support 1 to 1 with the partition condition of the element in this drawing 1. This is because only a required technical element is recombined organically and he is trying to express it, in order to explain each technical point.

[0036] First, the point of the magnetic-disk section 10-2 of drawing 1 is explained.

[0037] As for the magnetic disk used for this magnetic disk drive, the 1 round is classified into 60 sectors, and each sector is constituted by 14 segments. Therefore, it becomes 840 segments 1 round. Each segment is classified into a servo data storage area and a data storage area (21-2 and 21-3 of 20-40,

20-41, or drawing 6 of drawing 2 ). Gray code 20-71, the clock mark 20-11 and wobble DOMAKU 20-12, and 20-13 are formed in each servo data storage area. Moreover, the unique pattern 20-72 is further added to the segment of the head of each sector. However, in one sector in 60 sector, it replaces with a unique pattern and the home index 20-73 which has a function as a PG is recorded.

[0038] Drawing 3 shows the example of a configuration of the servo data storage area 20-40 in which the unique pattern 20-72 is formed. The clock mark 20-11 is arranged at the degree, and wobble DOMAKU 20-12 and 20-13 are further arranged for Gray code 20-71 after the at the degree of the unique pattern 20-72.

[0039] Drawing 4 is replaced with the unique pattern 20-72, and the example by which the home index 20-73 is arranged is shown. Moreover, drawing 5 shows the example in which neither the unique pattern 20-72 nor the home index 20-73 is formed.

[0040] Drawing 2 shows the example of a configuration of the servo data storage area 20-40 in which the unique pattern 20-72 is formed, and the data storage area 20-41 just behind that.

[0041] It sets in this example, and the unique pattern 20-72, Gray code 20-71 (the absolute address 0 which specifies a truck thru/or 2800 (track number) are expressed), the clock mark 20-11, wobble DOMAKU 20-12 (20-12-1, 20-12-2), and 20-13 (20-13-1, 20-13-2) are formed and recorded on the servo data storage area 20-40.

[0042] When setting width of face (width of face of the inside of drawing, and a longitudinal direction) of the direction of a truck of the clock mark 20-11 to 1, width of face of 20 and the unique pattern 20-72 is set to 16 for the width of face of Gray code 20-71.

[0043] The clock mark 20-11 is a mark for generating the clock used as the criteria of record playback, and the reproducing head 20-30 outputs a timing signal corresponding to that edge, when this clock mark 20-11 is reproduced. As shown in drawing 2 , the clock mark 20-11 is not only formed in data tracks 20-10, but is formed in the field between a truck 20-10 and a truck 20-10 (between trucks). That is, the clock mark 20-11 follows a radial, and is formed in radial [ of a disk ] (refer to drawing 6 ).

[0044] ~~Only a predetermined distance is estranged also in the direction of a truck, and wobble~~ DOMAKU 20-12-1 and 20-13-1 are formed in it while they are arranged so that it may shift to an inner circumference and periphery side on both sides of the center line L1 of a truck 20-10. When the reproducing head 20-30 reproduces this wobble DOMAKU 20-12-1 and 20-13-1, a location pulse is outputted corresponding to that edge location. By applying a tracking servo so that the level of this location pulse may become equal, the reproducing head 20-30 can be arranged on the center line L1 of a truck 20-10.

[0045] As wobble DOMAKU, further 20-12-2 and 20-13-2 are prepared. About this, it mentions later.

[0046] This wobble DOMAKU 20-12-1, 20-13-1, 20-12-2, and 20-13-2 are made into the same width of face (truck lay length) as the clock mark 20-11, and it is referred to as 0.6 micrometers by the most inner circumference, and they are set to 1.2 micrometers by the outermost periphery.

[0047] The data by which ID record section 20-41H are formed in the head of a data storage area 20-41, and record playback is originally carried out is made as [ record / on field 20-41D following these ID record section 20-41H ].

[0048] ID record section 20-41H are classified into sector number record section 20-41A and track number record section 20-41B (20-41B1, 20-41 B-2). Among these, like the clock mark 20-11 mentioned above, from the first, also between trucks, a truck 20-10 follows radial and is formed by sector number record section 20-41A at least. Sector number 20-41a which specifies a sector is recorded on this sector number record section 20-41A, and track number 20-41b which specifies a truck is recorded on track number record section 20-41B. The reproducing head 20-30 outputs a pulse train by reproducing these ID record section 20-41H.

[0049] Let a total of the 40-bit data which consists of a sector number of 8 bits, and two track numbers of 16 bits be data (ID data) recorded on ID record section 20-41H.

[0050] PR (partial response) (0 -1, 1) modulation is carried out, and these ID data is recorded on ID record section 20-41H.

[0051] In the case of a CAV disk, the sector number is the same in the truck by the side of inner

circumference, and the truck by the side of a periphery. Then, this sector number is continuously recorded also on the field between not a truck 20-10 upper-bed loan but trucks.

[0052] Moreover, track number record section 20-41B is classified into the track number record section 20-41B1 for playback actuation, and track number record section 20-41 B-2 for record actuation.

[0053] The track number record section 20-41B1 for playback actuation is formed so that the center (crosswise center) may be located on the center line L1 of a truck 20-10, but track number record-section 20-41 B-2 for record actuation is formed so that the center line L2 may become the location (offset location) which only the center line L1 and the distance  $d$  of a truck 20-10 left in the direction (disk radial) perpendicular to a truck 20-10. And the same track number 20-41b1 and 20-41b2 are recorded on this track number record section 20-41B1 for playback actuation, and track number record section 20-41 B-2 for record actuation.

[0054] In addition, you may make it record two or more respectively same track numbers on each field 20-41B1 and 20-41 B-2. It becomes possible to read a track number thereby more certainly.

[0055] The offset value  $d$  of track number record section 20-41 B-2 for record actuation is made into such a small value that it goes to an inner circumference side, and let it be such a large value that it goes to a periphery side.

[0056] Moreover, as shown in drawing 2, the center line L1 of a truck 20-10 (sector number record section 20-41A and track number record section 20-41B1 for playback actuation) is received. Form wobble DOMAKU 20-12-1 for positioning the reproducing head 20-30, and 20-13-1, and also Wobble DOMAKU 20-12-2 for positioning in the case of tracing the center line L2 of track number record section 20-41 B-2 for record actuation by the reproducing head 20-30 and 20-13-2 are formed in the servo data storage area 20-40.

[0057] Therefore, the reproducing head 20-30 can be made to scan along with the center line L1 of a truck 20-10 by carrying out tracking control of the reproducing head 20-30 on the basis of wobble DOMAKU 20-12-1 and 20-13-1 at the time of a playback mode.

[0058] On the other hand, the reproducing head 20-30 can be made to scan along with the center line L2 of track number record section 20-41 B-2 for record actuation by performing tracking control corresponding to the tracking error signal which reproduces wobble DOMAKU 20-12-2 and 20-13-2 by the reproducing head 20-30, and is acquired at the time of a recording mode. At this time, a recording head 20-31 runs along with the center line L1 of a truck 20-10.

[0059] In the above example In addition, usual wobble DOMAKU 20-12-1, 20-13-1, offset wobble DOMAKU 20-12-2, 20-13-2, sector number record section 20-41A, Although arranged in order of the track number record section 20-41B1 for playback actuation, track number record section 20-41 B-2 for record actuation, and field 20-41D For example, usual wobble DOMAKU 20-12-1, 20-13-1, sector number record section 20-41A, The 1st group of the track number record section 20-41B1 for playback actuation and field 20-41D is followed. Repeat arrangement of the 2nd group of offset wobble DOMAKU 20-12-2, 20-13-2, offset track number record section 20-41 B-2 for record actuation, and field 20-41D can be carried out.

[0060] Moreover, the track number-record section 20-41B1, the track number 20-41b1 recorded on 20-41 B-2, and 20-41b2 are used in a record reversion system, and although Gray code 20-71 carries out correspondence to this, it is not used in servo system and both is not the same. However, since it is used for the control for checking the truck which records or reproduces all, the servo data storage area 20-40 and ID record section 20-41H can be recognized to be control signal record sections.

[0061] Thus, since the field which records a sector number or a track number is formed beforehand and the sector number or the track number was recorded there, a sector number or a track number is certainly reproducible irrespective of the positioning condition of the reproducing head.

[0062] In this invention Namely, others [ data / (pattern) /, such as the unique pattern 20-72 of the servo data storage area 20-40, the home index 20-73, Gray code 20-71, the clock mark 20-11, wobble DOMAKU 20-12, and 20-13, / servo ], A truck is formed of it and recorded on sector number 20-41a of ID record section 20-41H, a track number 20-41b1, 20-41b2, and a pan by irregularity (stamp).

[0063] For example, the guard band 20-20 is formed so that only 200nm may become low from data



tracks 20-10 (as a crevice). That is, the track is formed discrete.

[0064] In addition, the structure which forms each field with a stamp is indicated by Japanese Patent Application No. No. 71731 [ four to ] in this way. If the principle is explained briefly, such a magnetic disk can apply and manufacture the technology in an optical disk. That is, glass original recording is prepared and the surface is coated with a photoresist. And a laser beam is irradiated only at the portion which forms the crevice of this photoresist. A photoresist is developed and an exposure portion is removed, after irradiating a laser beam. Thus, it carries out based on the formed original recording, La Stampa is created, and a lot of replicas are manufactured from this La Stampa. The level difference created to original recording is imprinted by this replica. This level difference can complete a magnetic disk by forming a magnetic film in the imprinted surface.

[0065] In drawing 2, the field which performs and shows hatching in drawing is magnetized by N pole corresponding to the logic 1 of ID data, and has not performed hatching is a field magnetized by the south pole corresponding to logic 0.

[0066] A track rotates the shape of a concentric circle, and this magnetic disk formed spirally by the constant angular velocity (zone bit recording).

[0067] Moreover, a track is formed in between one half of the locations of a location to the outermost periphery of a disk radius (i.e., one half by the side of the periphery of a radius of ranges).

[0068] The diameter of a disk is made into 2.5 inches, 1.8 inches, or 1.3 inches. 5.2 micrometers and the width of recording track are set to 3.6 micrometers, and a guard band is set to 1.6 micrometers for a track pitch.

[0069] Thus, capacity of 200MB can be realized by both sides of the disk with a diameter of 2.5 inches of one sheet, and capacity of 100MB can be realized by both sides of the disk with a diameter of 1.8 inches of one sheet, respectively.

[0070] Drawing 6 indicates the example of a configuration of the device in which the magnetic head 21-13 which records or reproduces data to the data area is driven to be the magnetic disk of this invention.

[0071] In the magnetic disk 21-1 of this invention, as explained with reference to drawing 2, each segment is classified into the data storage area 21-3 (20-41 of drawing 2), and the servo data storage area 21-2 (20-40 of drawing 2). And the servo data storage area 21-2 and data storage area 21-3 are formed along with the migration locus 21-21 which the magnetic head 21-13 moves.

[0072] In this equipment, the magnetic head 21-13 is attached at the tip of the arm 21-11 whose rotation is enabled through the supporting point 21-12. The supporting point 21-12 is pinched, with the installation location of the magnetic head 21-13 of an arm 21-11, the voice coil 21-15 is attached in the opposite side, and the magnet 21-14 is arranged at the voice coil 21-15 bottom. Therefore, if predetermined drive current is supplied to a voice coil 21-15 by the drive circuit 21-16, electromagnetic force acts on the voice coil 21-15 arranged all over the magnetic-flux way which a magnet 21-14 generates, and it is made as [ rotate / the supporting point 21-12 / an arm 21-11 / as a center ]. At this time, the magnetic head 21-13 will move in a locus 21-21 top. This locus 21-21 serves as a circle which passes along the center 21-4 of a magnetic disk 21-1 focusing on the supporting point 21-12.

[0073] In addition, in this drawing, although it is made the straight arm, a vent arm can also be used.

[0074] Drawing 7 shows the more detailed example of a configuration of the field of the dedication for recording the servo signal in the servo data storage area 21-2.

[0075] In the example of drawing 7, it is formed as a pattern of the shape of an abbreviation rectangle formed of the curve in alignment with the migration locus 21-21 when the servo mark SM (clock mark, wobble DOMAKU, Gray code, unique pattern, and home index) rotates the arm 21-11 of the magnetic head 21-13, and the curve along the track of a magnetic disk 21-1. Moreover, all the fields formed with a stamp besides the data area of ID record section 20-41H in drawing 2 are formed along with the migration locus of the magnetic head 21-13.

[0076] In addition, since the servo mark SM is greatly exaggerated in drawing and is shown in it to the radius of a track and a locus 21-21, each side of the servo mark SM is expressed with the curve, but in fact, since it is very small compared with the radius of a track or the migration locus 21-21, substantially, almost will be surrounded in a straight line by length of one side of this servo mark SM.



[0077] Time interval nature -- it can set at the time of seek operation -- does not collapse, therefore the lock of the PLL circuit for clock generation (50-30 of drawing 21) seems thus; not to separate from them at the time of seek operation, if the servo mark SM formed with a stamp and other marks are arranged along with the migration locus 21-21. Moreover, if the magnetic head 21-13 without a vent angle (a vent angle is 0 times and the magnetic gap line 21-41 parallel to the magnetic gap of the magnetic head 21-13 becomes a truck and a perpendicular) performs record playback, since a magnetic gap will become always perpendicular to a truck, an azimuth loss does not occur.

[0078] Drawing 8 shows the cross-section configuration of the magnetic disk 21-1 of the above configurations. Drawing 8 (a) expresses the cross section of a direction perpendicular to a truck, and this drawing (b) shows the cross section which met in the direction of a truck. As shown in these drawings, the magnetic film 21-62 is formed in the field where the level difference is formed in the surface, and the level difference is formed in the substrate 21-61 which consists of synthetic resin, glass, aluminum, etc. And a guard band (GB) is constituted by the portion with a low level difference (crevice), and a truck (record portion) is constituted by the high portion (heights).

[0079] As each truck is shown in drawing 8 (b), the data storage area 21-3 is made still flat. On the other hand, in the servo data storage area 21-2, only the portion which records the servo mark SM, the clock mark CM, etc. has projected (considering as the same height as the data logging section), and the non-record section which does not record a servo signal is formed lower (as a crevice). As mentioned above, the disk which has such irregularity can apply and manufacture optical disk technology.

[0080] Since the servo data storage area and ID record section were formed along with the migration locus in case the magnetic head moves to an inner circumference side direction or a periphery side direction according to this magnetic disk, time interval nature -- it can set at the time of seek operation -- can be held, and the lock end of the PLL circuit for clock generation can be controlled. Moreover, it becomes possible to control an azimuth loss.

[0081] Next, the magnetization method of the magnetic disk which has irregularity is explained in this way. The servo data storage area 21-2 will be established in 1 round at 840 equiangular distances, and pattern (stamp) formation of the heights 22-13 of the rectangle by which length L to which the width of face W of a direction perpendicular to a truck met there in about 5 micrometers and the transit direction of a disk as shown in drawing 9 was set to 0.7 thru/or about 2.9 micrometers will be carried out corresponding to the signal.

[0082] To such a magnetic disk 22-1, as arrow heads m1 and m2 show drawing 9, the sense of magnetization is made into the reverse sense in heights 22-13 and a crevice 22-14, and a positioning signal is written in (wobble DOMAKU, a clock mark, track number, etc.).

[0083] Rotation transit is made to carry out in the direction which shows a magnetic disk 22-1 by the arrow head a in this example, to the above-mentioned magnetic disk 22-1 (21-1 of drawing 6), as first shown in drawing 10 (a). Impressing the 1st direct current to the magnetic head 22-2 (magnetic head of a manufacturing installation), this magnetic head 22-2 is moved to radial [ on a magnetic disk 22-1 ] by the track pitch, and the magnetic layer 22-12 of the heights 22-13 of a magnetic disk 22-1 and a crevice 22-14 is once altogether magnetized in the same direction.

[0084] And as shown in drawing 10 (b) after that, the 1st direct current is reversed polarity. While a current value impresses the 2nd small direct current to the magnetic head 22-2 compared with the 1st direct current Moved this magnetic head 22-2 by the track pitch like radial [ of a magnetic disk 22-1 ], it was made to scan, only the magnetic layer 22-12 of the heights 22-13 of a magnetic disk 22-1 was magnetized to the reverse sense, and the positioning signal was written in.

[0085] As the magnetic head 22-2, the gap length  $g_0$  of magnetic gap G used the thing of a thing with the center tap of 56 turns of 0.4 micrometers, the width of recording track of 100 micrometers, and a coil coil (28+28). And this magnetic head 22-2 was surfaced on the magnetic disk 22-1 by making relative velocity with a magnetic disk 22-1 into 6 m/s. The flying height d at this time was 0.13 micrometers.

[0086] Thus, since a positioning signal can be written in by the one magnetic head, exchange of an arm head can be omitted and improvement in the productivity of a disk can be aimed at.

[0087] Drawing 11 expresses the more detailed cross-section structure of the magnetic disk magnetized

by doing in this way. As shown in this drawing, the level difference (crevice) of 200nm is formed in the substrate 23-11 which consists of plastics, glass, or aluminum. When this substrate 23-11 consists of glass, that thickness is set to 0.65mm, and that thickness is set to 1.2mm when it consists of plastics. A magnetic layer 23-12 is formed in both sides of a substrate 23-11.

[0088] As this magnetic layer 23-12, particle layer 23-12A by which 0.5 or more grain density [ 100 or less ] per micrometer was preferably made about ten pieces is first formed on the substrate 23-11. Particle (spherical silica) 23-12a set to this particle layer 23-12A from SiO<sub>2</sub> is distributed over the above-mentioned density.

[0089] When glass or aluminum constitutes a substrate 23-11, it is possible to secure rigidity comparatively. However, when plastics is used, sufficient rigidity cannot necessarily be secured, and also in the field of endurance, it is inferior to glass or aluminum. Furthermore, since the irregularity on the surface of a substrate is coarse, it becomes difficult to carry out contiguity arrangement of the magnetic head in the range which does not contact a magnetic layer 23-12. Then, concavo-convex detailed-ization is attained by forming particle layer 23-12A like this magnetic disk. This is because surface irregularity is determined with the density and particle size of particle 23-12a.

[0090] This particle (spherical silica) 23-12a can be made to adhere on a substrate 23-11 by the dipping method. 50nm or less of pitch diameters of a particle is preferably set to 8 thru/or 10nm. When the mean particle diameter was set to 8nm, particle size distribution was set to 4.3nm with standard deviation. It distributed so that it might become isopropyl alcohol with 0.01 % of the weight of concentration, and the spherical silica pulled up this, and applied it to the surface of a substrate 23-11 by part for 125mm/in speed. Coverage is 100%.

[0091] Since grain density is determined by dipping speed and concentration, it is managing this and concavo-convex control is possible for it. Moreover, equipment can be simplified if it is made to adhere by the dipping method. dipping -- being local (for example, an inner circumference side or a periphery side etc.) -- it can also carry out.

[0092] Particle 23-12a can also be considered as non-subtlety particles other than SiO<sub>2</sub>.

[0093] On particle layer 23-12A, chromium layer 23-12B with a thickness of about 80nm is formed. This chromium layer 23-12B functions as a switched connection film, is effective in improving magnetic properties, and can heighten especially coercive force.

[0094] On this chromium layer 23-12B, cobalt platinum layer 23-12C is formed covering the thickness of 40nm. furthermore, protective coat 23-12D which consists of SiO<sub>2</sub> [ with a thickness of 10nm ] on this cobalt platinum layer 23-12C -- a spin coat -- or it is applied. On protective coat 23-12D, lubricant 23-12E is applied further. As this lubricant 23-12E, Z-DOL (trademark) of FOMBLIN can be used, for example.

[0095] Next, the rate of a data storage area and a servo data storage area is explained. As shown in drawing 12, each segment is classified into a data storage area and a servo data storage area in this invention. Although the data storage area is flat, as the servo data storage area was mentioned above, servo patterns, such as a clock mark, wobble DOMAKU, and a Gray code, are recorded as a physical (also the sector number and track number of ID record section 20-41H which were correctly shown further in drawing 2) concavo-convex condition.

[0096] As typically shown in drawing 13, therefore, on an arm 23-81 (arm 40-53 of drawing 19) Although the magnetic head is held at the slider 23-83 (slider 40-57 of drawing 19) currently supported through the load beam 23-82 (suspension spring 40-56 of drawing 19) This slider 23-83 is arranged to a magnetic disk 23-84 by the airstream generated corresponding to rotation of a magnetic disk 23-84 at a predetermined distance.

[0097] Since the magnetic variation detected by the magnetic head becomes large, a playback output also becomes large, so that the distance of the magnetic head therefore a slider 23-83, and a magnetic disk 23-84 is near. However, if the distance approaches too much not much, the magnetic head will contact a magnetic disk 23-84. Therefore, a slider 23-83 needs to hold a predetermined distance to a magnetic disk 23-84.

[0098] However, as mentioned above, since the surface of a magnetic disk 23-84 (magnetic disk 22-1 of

drawing 10 ) is not flat, corresponding to the irregularity, the distance of a slider 23-83 and a magnetic disk 23-84 changes. Supposing it is long enough and a servo data storage area has length comparable as a slider 23-83 to length L of a slider, the segment length S As shown in drawing 14 , a slider 23-83 While beginning to trespass upon a servo data storage area (crevice), after the point begins to sink, it pitches centering on the supporting point corresponding to this and the back end section loses temporarily touch with a stationary surfacing condition (surfacing condition in a flat field), the whole sinks soon. Transit is performed in the pars basilaris ossis occipitalis of a crevice, attenuating pitching excited at the time of crevice invasion.

[0099] When breaking away from a crevice, the point of a slider 23-83 is raised, a slider 23-83 pitches to the case and hard flow at the time of crevice invasion, and its back end section is temporarily depressed. Then, while the whole breaks away from a crevice and attenuates pitching movement, it returns to a stationary surfacing condition.

[0100] The above actuation is a thing in case a slider 23-83 overcomes one crevice. However, in fact, as mentioned above, a servo data storage area is generated periodically a segment period. In order to make the jitter of a clock small, it is desirable to shorten the period of a segment and to increase the number of the servo data storage areas per one track. However, if it is made such, since data storage areas will decrease in number, the storage capacity of a disk will become small. For this reason, the number of servo data storage areas is determined by the trade-off with the storage capacity of a disk, and a jitter allowed value.

[0101] As now shown in drawing 15 , the rate to one segment of a servo data storage area is made into 23%, and it supposes in the meantime that it is a crevice altogether, and when it assumes that 77% of remaining data storage areas are heights, one crevice shown in drawing 14 gets over, and a property is overlapped on the component of a segment period. Drawing 16 is carried out in this way, and signs that the distance of a slider 23-83 and a magnetic disk 23-84 changes a segment period are shown. In addition, in drawing 16 , the number of 2700rpm and the segments per rotation is made [ slider length ] into 420 pieces for the rotational frequency of 1.8mm and a magnetic disk 23-84. This drawing shows that the distance of a slider 23-83 and a magnetic disk 23-84 changes a lot a segment period.

[0102]

[A table 1]

サーボデータ記録領域 : データ記録領域	10 : 90	23 : : 77	30 : 70
変動量	13.0nm	28.0nm	32.0nm

[0103] A table 1 shows the value which calculated the amount of surfacing fluctuation at the time of servo data storage area riding \*\*\*\* of a slider 23-83 by the simulation by making the ratio of the data storage area per segment, and a servo data storage area into a parameter. the conditions in this simulation -- s, 420 per one track and the flying height set [ whenever / 45Hz and angle-of-skew ] to 0.11 micrometers, and 12.8m /and a disk rotational frequency \*\*\*\* [ the number of segments / peripheral velocity ] at 0 times. Moreover, the depth of the crevice in a servo data storage area is set to 0.1 micrometers.

[0104] It turns out that the amount of fluctuation carries out sequential increase with 13.0nm, 28.0nm, or 32.0nm as are shown in this table 1 and the ratio to the data storage area of a servo data storage area increases ten pairs with 90 or 23 to 77 or 30 to 70. That is, it turns out that there are so few amounts of fluctuation of a magnetic disk and a slider 23-83 that there are few rates that a servo data storage area occupies. If the rate of a servo data storage area is made to increase, the record playback which the amount of fluctuation of a slider increased, fluctuation did not decline enough in the flat part when the

worst, but storage capacity not only becomes small, but was stabilized will become difficult. Then, it is desirable to make into 40% or less the rate of occupying to per one track of a servo data storage area (field in which the crevice is formed).

[0105] Next, the point of the recording head section 10-3 of drawing 1 and the reproducing-head section 10-4 is explained.

[0106] In drawing 17, the ABS (Air Bearing Surface) side 30-7 used as opposite \*\* with a magnetic disk or an opposed face is faced, and the laminating of the 1st and 2nd magnetic layers 30-3 which constitute the C dollar of the reproducing head, and 30-4 is carried out to the very thing (slider 23-83 of drawing 13) or the bases 30-6 which are attached in this, such as a surfacing mold slider. the MR element 30-1 which consists of MR (magnetic resistance effect) thin film so that it may be inserted into these magnetic layer 30-3 and 30-4, and bias -- a conductor 30-18 is arranged through the nonmagnetic insulating layer 30-8, and MR mold reproducing head is constituted. this bias -- a conductor 30-18 gives the magnetization condition of the necessary sense to the MR element 30-1, and it is arranged so that it may operate in the property field which shows the linearity excellent in that magnetic-reluctance property, and high sensitivity, and this MR element 30-1 may be crossed.

[0107] And the laminating of the 3rd magnetic layer 30-5 is carried out to the side in which it is prepared, the 2nd outside 30-1, i.e., MR element, of a magnetic layer 30-4, through the nonmagnetic insulating layer 30-8 in the opposite side. Between these 2nd and 3rd magnetic layers 30-4 and 30-5, the curled form pattern head coil (30-2 of drawing 18) is formed so that the portion each other magnetically combined between each back section estranged from this ABS side 30-7 may be revolved. Distance of the inferior surface of tongue of the 3rd magnetic layer 30-5 and the center of the MR element 30-1 is set to 3.5 micrometers.

[0108] Thus, while the 1st and 2nd magnetic layers 30-3 and MR mold magnetic head (reproducing head) of the so-called shield mold configuration by which the MR element 30-1 has been arranged among 30-4 are constituted, the 2nd and 3rd magnetic layers 30-4 and the Ind (induction) mold magnetic head (recording head) to which the magnetic path which consists of 30-5 was looped around the head coil are constituted.

[0109] At this time, the width of recording track of MR mold reproducing head is regulated by the width of face WTM which faces the ABS side 30-7 of the MR element 30-1, and the width of recording track of an Ind mold recording head is regulated by the width of face WTI which faces the ABS side 30-7 of the 3rd magnetic layer 30-5. the width of face WTM of the MR element 30-1 -- comparatively -- size -- 5.2 micrometers (width of face equal to a track pitch) -- carrying out -- the width of face WTI of the 3rd magnetic layer 30-5 -- comparatively -- smallness -- for example, it constitutes as 4.0 micrometers (width of face narrower than a track pitch).

[0110] Without causing the increment in a playback noise, when record playback was performed to the magnetic disk of the discrete mold which was made into track pitch 5.2micrometer, the width of recording track of 3.6 micrometers, and guard band width of face of 1.6 micrometers, namely, was set to track density 4885TPI (Track Per Inch) using the MR/Ind compound-die thin film head by such configuration, fluctuation of a playback output could be avoided and improvement in reproducing characteristics was able to be aimed at.

[0111] Next, the cross-section configuration of the magnetic head is explained with reference to drawing 18. On the base 30-6, the ABS side 30-7 is faced and the laminating of the 1st and 2nd magnetic layers 30-3 which accomplish the shield of the MR element 30-1 on both sides of the MR element 30-1, and 30-4 is carried out. Besides, the nonmagnetic insulating layer 30-8 and the 3rd nonmagnetic magnetic layer 30-5 which constitute the magnetic gap at the time of record face the ABS side 30-7 similarly, and a laminating is carried out. Moreover, 30-2 shows the head coil formed in the curled form pattern so that the 2nd and 3rd magnetic layers 30-4 and 30-5, for example, the mutual magnetic bond part of each back section, may be revolved, and a recording head is constituted by these 2nd and 3rd magnetic layers 30-4 and 30-5.

[0112] The tip electrode 30-15 is formed in the ABS side 30-7 at the side which opposite-\*\*, the back end electrode 30-16 is formed in the other end, and the MR element 1 is made as [ detect / to the ABS

side 30-7 / opposite \*\* or the signal magnetic field from a magnetic disk which counters ]. bias for 30-18 to give a bias magnetic field to the MR element 30-1 -- it is a conductor. The 2nd magnetic layer 30-4 functions as a core for induction as a C dollar of the MR element 30-1 at the time of record at the time of playback.

[0113] Distance (record gap) of the upper surface of the 2nd magnetic layer 30-4 and the inferior surface of tongue of the 3rd magnetic layer 30-5 is set to 0.6 micrometers, and distance of the center of the MR element 30-1 and the upper surface of the 1st magnetic layer 30-3 is set to 0.2 micrometers.

[0114] According to this compound-die thin film head, in order to make the width of recording track of the reproducing head into size, increase-ization of a playback output can be attained.

[0115] Furthermore, since tolerance to a location gap of the truck of the reproducing head and a magnetic disk can be made into size while being able to control generating of playback fringing when performing record playback to the magnetic disk of a discrete mold using such a compound-die thin film head, fluctuation of a playback output can be controlled and improvement in playback output characteristics can be aimed at.

[0116] In addition, width of face WTI and WTM may be made into the integral multiple of the width of recording track. Moreover, a recording head and the reproducing head can also be made to serve a double purpose.

[0117] Drawing 19 shows the structure of an arm where the magnetic head (a recording head and reproducing head) explained with reference to drawing 5, drawing 6, drawing 17, drawing 18, etc. is attached. As shown in this drawing, the bottom housing 40-51 is equipped with the magnetic disk 40-52 free [ rotation ] through the spindle motor (100-21 of drawing 59). Moreover, the arm 40-53 is attached in the bottom [ this ] housing 40-51 free [ rotation ] centering on the shaft 40-54. As shown to drawing 20 in a cross section, the ball bearing 40-55 is formed between the shaft 40-54 and the arm 40-53. Thereby, it is made as [ become / friction at the time of rotation of an arm 40-53 / small ].

[0118] The suspension spring 40-56 is attached at the tip of an arm 40-53, and the slider 40-57 is further attached through the gimbal spring of this suspension spring 40-56 which is not illustrated at a tip. The magnetic head (a recording head and reproducing head) mentioned above is attached in this slider 40-57. Since two magnetic disks 40-52 are formed and the magnetic film is prepared in the both sides, a total of four sliders are formed so that both sides of each disk may be countered.

[0119] The voice coil 40-63 (21-15 of drawing 6) is attached in the other end of an arm 40-53. In the lower part of this coil 40-63, and the upper part, a magnet 40-61 and 40-62 (21-14 of drawing 6) are arranged, and it is made as [ face / locally / again / from a magnet 40-62 / to that reverse / from a magnet 40-61 / at a magnet 40-62 / to a magnet 40-61 / magnetic flux ]. And the coil 40-63 is arranged so that this magnetic flux may be crossed. Consequently, if drive current is passed in a coil 40-63, electromagnetic force will occur, and a coil 40-63, therefore the arm 40-53 in which this is attached rotate a shaft 40-54 as a center. Consequently, a slider 40-57 will move to the predetermined radius location of a magnetic disk (therefore, the magnetic head attached there) 40-52.

[0120] Next, the point about the clock signal generation section 10-6 of drawing 1 is explained.

[0121] Drawing 21 is drawing showing the configuration of one example at the time of applying this invention to a magnetic hard disk drive unit. The rotation drive of double-sided magnetic-disk 50-1A and the 50-1B (40-52 of drawing 19) is carried out by the spindle motor 50-2. Magnetic-head 50-3A and 50-3B are supported by arm 50-4A and 50-4B, with a voice coil motor (VCM) 50-5, rotation center 50-5C is rotated by them as the supporting point, follow the truck 50-502 of the upper surface of double-sided magnetic-disk 50-1A and 50-1B, and perform writing and read-out of data to these trucks, respectively.

[0122] The truck 50-502 of two sheets, magnetic-disk 50-1A and 50-1B, constitutes a cylinder 50-100. Although not illustrated, the two magnetic heads which perform writing and read-out of data to the inferior surface of tongue of double-sided disk 50-1A and 50-1B are prepared, like magnetic-head 50-3A and 50-3B, it is supported by arm 50-4A and 50-4B, and rotation center 50-5C is rotated by VCM 50-5 as the supporting point. As explained with reference to drawing 2, into the data tracks of the surface of magnetic-disk 50-1A and 50-1B, stamp formation of two or more clock marks 20-11 which

give a time-of-day standard is beforehand carried out at the time of disk manufacture. In addition, a reference number 50-6 shows the center of rotation of the center of rotation of a spindle motor 50-2, i.e., magnetic-disk 50-1A, and 50-1B.

[0123] A host computer 50-50 supplies commands, such as a write command and a read-out command, to a controller 50-70 through an interface cable 50-60. A controller 50-70 outputs the control signal for controlling a magnetic hard disk drive unit to a digital disposal circuit 50-20.

[0124] The regenerative signal read from disk 50-1A and 50-1B by magnetic-head 50-3A and 50-3B is amplified by predetermined amplitude by the playback amplifying circuit 50-21. The output of the playback amplifying circuit 50-21 is supplied to the clock extract circuit 50-22, the track position error detector 50-23, the home index extract circuit 50-24, and the track-address decoder 50-80.

[0125] The playback clock signal (clock mark 20-11) extracted in the clock extract circuit 50-22 is supplied to the track eccentricity test section 50-25. Moreover, it is supplied to the track eccentricity test section 50-25, the home index signal 20-73 ( drawing 4 ), i.e., the rotation phase zero signal, extracted by the home index extract circuit 50-24. The track position error detector 50-23 generates a track position error signal (tracking error signal) from the difference of one pair of wobble DOMAKU 20-12, and the regeneration level of 20-13, and supplies it to the tracking servo circuit 50-40 and the off-track judging circuit 50-90.

[0126] The eccentricity to the center-of-rotation shaft 50-6 of the data-tracks circle 50-502 is measured as a function of the angle location theta on the disk which makes the home index generating location of a disk zero angle coordinate value, and the track eccentricity test section 50-25 makes the eccentricity storage section 50-26 memorize it in table format by the method of mentioning later. This eccentricity is supplied to the PLL circuit 50-30, is used for amendment of the time-base error of a clock signal, and also is supplied to the tracking servo circuit 50-40, and is used for control of VCM 50-5.

[0127] One [ namely, ] of the features of the example of this invention of drawing 21 Synchronizing with rotation of a disk, reading appearance of the eccentricity memorized by the storage section 50-26 is carried out by the read-out circuit 50-27. After being changed into the analog signal by D/A converter 50-28 and making compensation processing, i.e., the conversion to a speed signal, by the feedforward compensator 50-29, It is in the point which acts as feedforward as control voltage of the voltage controlled oscillator (VCO) 50-35 of the PLL circuit 50-30.

[0128] The loop filter 50-32 with which the PLL circuit 50-30 carries out predetermined filtering, such as low pass filtering, to the output of a phase comparator 50-31 and this phase comparator 50-31, The clock signal with which the phase comparator 50-31 was extracted by the clock extract circuit 50-22 including the phase according to the output of this filter 50-32, and the voltage controlled oscillator 50-35 which outputs the clock signal of frequency, It is outputted from a voltage controlled oscillator 50-35 and phase contrast with the clock signal fed back through one counting-down circuit 50-36 for N is outputted.

[0129] The feature of the example of this invention of drawing 21 forms an analog adder (operational amplifier) 50-33 between a loop filter 50-32 and VCO 50-35, adds the signal supplied through a switch 50-34 from the feedforward compensator 50-29 to the signal outputted from a loop filter 50-32, and is that it supplies to VCO 50-35. In addition, a loop filter 50-32 and an adder 50-33 may be digital arithmetic elements.

[0130] Since it has such composition, VCO 50-35 is driven also with the track circle eccentricity display voltage which comes not only via the output from a phase comparator 50-31 but via the read-out circuit 50-27 from the eccentricity storage section 50-26, D/A converter 50-28, the feedforward compensator 50-29, and a switch 50-34. Therefore, VCO 50-35 also performs open loop actuation with the prediction signal of the current momentary eccentricity from the storage section 50-26 while following the pulse signal which is generated from a disk and which synchronized with the clock mark of 840 piece / 1 rotation, for example in the so-called closed loop actuation.

[0131] namely, the clock from the disk looked at which and observed in actuation of a disk with such eccentricity from the reproducing head fixed in the direction (hand of cut of a disk) of theta -- the direction of a time-axis -- the fluctuation of roughness and fineness (jitter) -- \*\*\*\* -- it is. The clock



signal outputted from the clock extract circuit 50-22 by most components which are equivalent to a rotational frequency (60Hz) among the components of this fluctuation when "excitation" of VCO 50-35 is intentionally carried out by the above-mentioned open loop actuation, and the clock signal outputted from VCO 50-35 are made to approach to the neighborhood in phase for about \*\*20ns (nanosecond).

[0132] By phase approach by this open loop actuation, the above-mentioned closed loop actuation should just carry out actuation which mainly negates a high frequency component with the small amplitude (several times thru/or dozens times of a rotational frequency) among fluctuation components. Therefore, finally the output signal of VCO 50-35 can be held from the clock extract circuit 50-22 to the clock signal outputted to the very near oscillation phase for \*\*1 or less ns.

[0133] As explained with reference to drawing 2, since a data-tracks circle is manufactured by Kattan GUMASHIN with the delivery precision of about 0.01 microns like an optical disk manufacturing installation, the error of roundness serves as a value sufficiently smaller than 1 micron. However, if such a disk is attached in the axis of rotation (shaft 40-54 of drawing 19), a disk center, i.e., the center of a data-tracks circle, will produce 10 thru/or an about 50-micrometer installation error to the axis of rotation.

[0134] Although later mentioned with reference to drawing 25 thru/or drawing 23 about the details of the method of measuring this gap (eccentricity), with reference to drawing 22, it explains briefly here.

[0135] In drawing 22, a reference number 50-500 shows the center of a truck 50-502, and a reference number 50-501 shows the center of rotation of a disk. The reproducing head 50-3 is positioned in the tracking servo circuit 50-40 so that it may be supported by the arm 50-4 and the center top of a truck 50-502 may be traced.

[0136] Now, about the radius of a truck 50-502, when  $r_0$  (m) and eccentricity are set to  $\delta$  (m) and a rotational frequency is set to  $N$  (Hz), the average peripheral speed  $V_0$  of a truck 50-502 is as follows.

[0137]  $V_0 = 2\pi r_0 \times N$  (m/sec)

[0138] It is  $M$  (an individual/1 rotation) about the pulse number by the clock mark (the drawing Nakamaru-mark shows)-included on the circular truck 50-502 of a radius  $r_0$ . When it carries out, the distance  $L_0$  between pulses is as follows.

[0139]  $L_0 = 2\pi r_0 / M$  [0140] The time amount  $T_0$  taken for this the reproducing head 50-3 to pass is as follows.

[0141]  $T_0 = L_0 / V_0 = (2\pi r_0 / M) / (2\pi r_0 \times N) = 1 / (N \times M)$

[0142] For example,  $N = 60.0\text{Hz}$ , if it becomes  $M = 840$ , it will be  $T_0 = 19.841$  (microsecond).

It comes out.

[0143] On the other hand, the pulse period  $T_2$  of the portion which the radius increased to  $r_2 = r_0 + \delta$  with eccentricity, and the pulse period  $T_1$  of the portion which decreased to  $r_1 = r_0 - \delta$  are as follows.

[0144]  $T_2 = 2\pi r_0 / M / (2\pi r_2 \times N) = r_0 / r_2 \times (N \times M)$

$T_1 = 2\pi r_0 / M / (2\pi r_1 \times N) = r_0 / r_1 \times (N \times M)$

[0145] It follows, for example,  $T_2$  is set to  $T_0 \times 1.0025$  at the time of  $r_0 = 20\text{mm}$  and  $r_2 = 20.05\text{mm}$ , and it changes 0.25%. Although this is minute, since it is the amount of a time domain, it can measure with a comparatively sufficient precision...

[0146] That is, in this example, to  $T_0 = 19.841$  (microsecond), since it is  $T_2 = 19.891$  and  $T_1 = 19.792$  (microsecond), the average, and the maximum and the minimum value of  $T$  have a difference for about 50ns (nano second) respectively. Since this is measurable in precision sufficient with current electronic-circuitry technology, measurement of eccentricity results in measurement of a time interval.

[0147] Thus, creation of an eccentric table is completed by storing the progress delay of the signal corresponding to the eccentricity which carried out rear-spring-supporter observation in one rotation as a digital numeric value at the storage section 50-26.

[0148] Thus, feedforward control of VCO 50-35 by this invention which used the eccentric table memorized by the storage section 50-26 is performed as follows. First, synchronizing with the rotation phase of a disk, the contents of the storage section 50-26 are changed into read-out and a D/A converter from 50-28 by the read-out circuit 50-27 at analog voltage, and after at least \*\* carries out phase compensation by the feedforward compensator 50-29 which consists of a coil  $L$ , a capacitor  $C$ , and

resistance R (not shown) further, it is impressed by VCO 50-35 through a switch 50-34 and an analog adder 50-33. When not impressing a feedforward compensatory signal, the oscillation phase of VCO 50-35 changes a lot, as the continuous line of drawing 23 shows, but if it impresses, it will approach about 0 degree of rear spring supporters throughout 1 rotation like the dashed line of drawing 23.

[0149] Drawing 24 shows the 2nd example of the clock signal amendment circuit of this invention. In the example of drawing 21, although displacement (eccentricity) of a truck own [ to rotation each location of a disk ] was used as contents of storing of the storage section 50-26, after own displacement of a truck is temporarily stored in the temporary storage section 50-251, an operation equivalent to the feedforward compensator 50-29 of drawing 21 is beforehand performed by operation part 50-252, and it is stored in storage section 50-26A in the example of drawing 24. Therefore, the amount memorized by storage section 50-26A serves as speed corresponding to eccentricity.

[0150] If it does in this way, there is an advantage which can omit the feedforward compensator 50-29 of drawing 21. That is, although it is necessary to constitute from a high-speed element for real-time operation, the compensator 50-29, i.e., the filter, of drawing 21, since what is necessary is just to perform about once on the 1st, eccentric measurement has the advantage which can constitute operation part 50-252 grade from a cheap general-purpose processor, if an operation equivalent to the compensator 50-29 of the example of drawing 21 like the example of drawing 24 will be performed beforehand. Furthermore, there is an advantage which can also realize difficult actuation in analog processing.

[0151] In the example of drawing 24, contents selection section of storage 50-27A takes out alternatively the amount (namely, speed) corresponding to the eccentricity of two or more disk sides stored in storage section 50-26A based on the command from a controller 50-70.

[0152] In the example of drawing 24, since it is the above configurations, after the eccentric measurement result obtained like the example of drawing 21 is adjusted to a necessary amplitude phase characteristic by operation part 50-252, it is stored in storage section 50-26A. This eccentric measurement actuation is repeat \*\*\*\*\* independently about each field of two or more disks to the suitable stage for example, after an electric power switch injection. Since there is the 4th page, a disk is performed a total of 4 times using the arm head prepared corresponding to each side. Therefore, four kinds of eccentricity is accumulated in storage section 50-26A.

[0153] Here, a controller 50-70 explains the actuation at the time of choosing for example, disk 50-1B (referring to drawing 21). At this time, selection section 50-27A outputs from from the eccentric data detected by head 50-3B among the information memorized by storage section 50-26A synchronizing with rotation of disk 50-1B. It is equivalent to that by which the memory address was equivalent to the angle position coordinate on a disk, and the outputted eccentric data gave phase compensation to eccentricity [ in / in storing data / this coordinate ].

[0154] Therefore, if it is impressed by VCO 50-35 through an adder 50-33 after changing this into analog voltage by D/A converter 50-28, VCO 50-35 negates correctly progress \*\*\*\*\* of the clock resulting from the eccentricity of a disk, and the output of VCO 50-35 can generate the pulse of the phase very near the clock reproduced from a disk.

[0155] The result of an operation to the eccentricity of operation part 50-252 is memorized to storage section 50-26A, and although he is trying to read the result of an operation corresponding to the disk side which should be processed, the eccentricity itself is memorized and you may make it read the eccentricity corresponding to the disk side which should be processed in the example of drawing 24.

[0156] It can \*\*, if according to the example of this invention mentioned above it becomes possible to reproduce the clock signal which synchronized with the clock mark stamped on the disk very correctly, and this clock is used for detection of a truck position error signal, or the recovery of a data sign, and a very good result is obtained. Moreover, the gain of an eccentric frequency region can be raised, without extending the band of a KURROKU playback loop.

[0157] Next, how to measure eccentricity is explained.

[0158] Drawing 25 shows relation with the locus of the reproducing head, i.e., a signal read-out arm head, fixed to the condition of being located in a fixed radius from the center of rotation of the magnetic disk with which the clock mark signal (20-11 of drawing 2) of N individual was physically recorded at



equal intervals for 1 round of circular data tracks, and the disk by which chucking was carried out. In drawing 25, a reference number 51-500 shows the center of circular data tracks, data-tracks 51-D3 thru/or 51-D7 are formed in the shape of a concentric circle to this center 51-500, and clock mark signal 51-CM (20-11 of drawing 2) of N individual is physically recorded at equal intervals for 1 round of each data tracks.

[0159] When chucking of the magnetic disk which has the above circular data tracks is carried out to the spindle motor axis of rotation 51-501, eccentricity 51-511 arises. A reference number 51-503 shows the circle locus of the reproducing head, i.e., a signal read-out arm head, fixed to the condition of being located in the fixed radius 51-510 from the center of rotation 51-501 of the disk by which chucking was carried out. When the circle locus 51-503 approaches most the center 51-500 of circular data tracks, The time amount to which an arm head passes the distance 51-513 between clock mark signal 51-CMs on the circular data tracks along which the circle locus 51-503 passes becomes the shortest. When the circle locus 51-503 separates from the circular data-tracks center 51-501 most, the time amount to which an arm head passes the distance 51-514 during the clock mark on the circular data tracks along which the circle locus 51-503 passes becomes the longest. This is because the disk radius of gyration 51-510 is the same and the head transit rate is the same.

[0160] Therefore, the eccentricity corresponding to a disk angle location resulting from eccentricity 51-511 can be obtained by the clock mark regenerative signal reproduced, the reproducing head, i.e., the signal read-out arm head, fixed to the condition of being located in the fixed radius 51-510 from the center of rotation 51-501 of the disk by which chucking was carried out, carrying out time interval measurement, and using this.

[0161] Drawing 26 shows the example of a concrete configuration of the time interval measurement section 51-70 which constitutes the eccentricity test section 50-25 in drawing 21, and the eccentricity operation part 51-25. The eccentricity Records Department 51-26 is equivalent to the eccentricity Records Department 50-26 of drawing 21. The time interval measurement section 51-70 consists of examples of drawing 26 including a flip-flop 51-71, a counter 51-72, an inverter 51-73, a counter 51-74, an oscillator 51-75, and a switch 51-76. The eccentricity operation part 51-25 is constituted including CPU 51-251, memory 51-252, latch 51-253, 51-254, and a computing element 51-255. The eccentricity storage section 51-260 is constituted including memory 51-260. In addition, CPU 51-251 also has the memory access function to memory 51-252.

[0162] A flip-flop 51-71 outputs pulse signal 51-TD which cuts and changes to High and Low on TTL level, whenever clock mark regenerative-signal 51-CMS reproduced from a disk comes. It is reversed with an inverter 51-73, and this pulse signal 51-TD is supplied to a counter 51-74 while it is supplied to a counter 51-72 as it is.

[0163] Pulse signal 51-TD measures the time interval between High(s) using an oscillator 51-75, and a counter 51-72 outputs time interval measurement value 51-CTA. On the other hand, a counter 51-74 measures the time interval of High of the pulse signal outputted from an inverter 51-73, i.e., the time interval of Low of pulse signal 51-TD, using an oscillator 51-75, and outputs time interval measurement value 51-CTB.

[0164] SUITCHI 51-76 is outputted as counted value 51-250 by turns according to control signal 51-CNT to which CPU 51-251 outputs time interval measurement value 51-CTB outputted from time interval measurement value 51-CTA outputted from a counter 51-72, and a counter 51-74 based on home index signal 51-HIS (20-73 of drawing 4). Memory 51-252 carries out sequential storage according to control signal 51-CS2 and address 51-AS2 to which CPU 51-251 outputs the time interval measurement value (1 rotation one half) 51-250 of the individual supplied from a switch 51-76 ( $N+N/2$ ) based on home index signal 51-HIS.

[0165] According to control signal 51-CS2 and address signal 51-AS2 which are outputted from CPU 51-251, reading appearance of the time interval measurement value memorized by memory 51-252 is carried out. The p-th time interval measurement value by which reading appearance was carried out is held at latch 51-253 according to latch signal 51-LHA outputted from CPU 51-251. The time interval measurement value (sampling position which the disk rotated  $1/2$  from the p-th sampling position) of

eye \*\* ( $p+N/2$ ) watch reading appearance was carried out is held at latch 51-254 according to latch signal 51-LHB outputted from CPU 51-251.

[0166] A subtractor 51-255 subtracts the time interval measurement value of eye \*\* ( $p+N/2$ ) watch from the  $p$ -th time interval measurement value. A subtractor 51-255 performs this subtraction about each of  $p=1$  thru/or  $N$ . According to control signal 51-CS1 and address signal 51-AS1 which CPU 51-251 outputs based on home index signal 51-HIS, the sequential storage of the subtraction result of  $N$  individual obtained from a subtractor 51-255 is carried out at memory 51-260.

[0167] The subtraction result memorized by memory 51-260 Are the eccentricity corresponding to a disk angle location, and the distance resulting from the eccentricity of circular data-tracks 51-D3 and the head locus 51-503 (refer to drawing 25) is expressed. According to control signal 51-CS1 and address signal 51-AS1 which CPU 51-251 outputs based on home index signal 51-HIS, reading appearance is carried out as eccentricity 51-261, and it can use as an eccentricity table for performing eccentric amendment.

[0168] Drawing 27 is drawing in the example of a configuration of drawing 26 showing the relation between clock mark regenerative-signal 51-CMS and the time interval measured. In drawing 27, when the counted value of the time interval of  $n$ -th clock mark regenerative-signal 51-CMS and clock mark regenerative-signal 51-CMS of eye \*\* ( $n+1$ ) watch was expressed as  $t(n)$  and counted value when the circle locus 51-503 of drawing 25 separates from the circular data-tracks center 51-500 most is set to  $t(k)$ , the counted value when approaching most is set to  $t(k+N/2)$ .

[0169] the counted value train 51-250 memorized by an example 51-252 of the time interval of the clock mark regenerative signal measured by the time interval measurement section 51-70 which drawing 28 consisted of like drawing 26, i.e., memory, -- a data number (sampling number) -- relating -- a table -- it is a thing the bottom. In drawing 28, counted value when the circle locus 51-503 of drawing 25 separates from the circular data-tracks center 51-500 most is  $t(k)$ , and the counted value when approaching most is  $t(k+N/2)$ .

[0170] Drawing 29 expresses the distance resulting from an example of the eccentricity memorized by relating with the memory 51-260 of the eccentricity storage section 51-26 constituted like drawing 26 at the angle of rotation of a disk, i.e., the eccentricity of circular data tracks and the head locus 51-503 (refer to drawing 25), and is as mentioned above as a result of [ which subtracts the time interval measurement value of eye \*\* ( $p+N/2$ ) watch, and is obtained from the  $p$ -th time interval measurement value ] eccentric measurement. As an eccentricity table corresponding to a disk angle location, the data stream 51-261 memorized by memory 51-260 can be used in order to perform eccentric amendment.

[0171] Drawing 30 shows the configuration of other examples of the eccentricity test section 25 of drawing 21. measurement of the time interval of clock mark regenerative-signal 51-CMS of eye \*\* ( $n+m$ ) watch ( $n$  is the integer of either 1 thru/or  $N$ ) time interval measurement section 51-70C used home index signal 51-HIS, and were reproduced from the disk, and clock mark regenerative-signal 51-CMS of eye \*\* ( $n+m+1$ ) watch --  $m=0$  -- or ( $N+N/2-1$ ) carries out about integral each. According to control signal 51-CS8 and address signal 51-AS8 which memory access section 51-251C outputs based on home index signal 51-HIS, the sequential storage of the time interval measurement value measured by time interval measurement section 51-70C is carried out at memory 51-252C.

[0172] According to control signal 51-CS8 which memory access section 51-251C outputs based on home index signal 51-HIS, and address signal A51-S8, reading appearance of the time interval measurement value memorized by memory 51-252C is carried out. Adder 51-255C performs  $N/2$  addition (namely, addition for  $1/2$  rotation) from the  $p$ -th time interval measurement value by which reading appearance was carried out to the time interval measurement value of eye \*\* ( $p+N/2$ ) watch about each of the integer of  $p=1$  thru/or  $N$ . According to control signal 51-CS9 and address signal 51-AS9 which memory access section 51-251C outputs based on home index signal 51-HIS, the sequential storage of the addition result obtained by adder 51-255C is carried out at memory 51-256C.

[0173] On the other hand,  $1/N$  of the addition result which  $N$  individual part addition (namely, addition for one rotation) of the addition result obtained by adder 51-255C was carried out by adder 51-257C, and was obtained by adder 51-257C is carried out by divider 51-258C, and average 51-AV3 is

[0174] According to control signal 51-CS9 and address signal 51-AS9 which memory access section 51-251C outputs based on home index signal 51-HIS, reading appearance of the addition result memorized by memory 51-256C is carried out one by one. Subtractor 51-259C performs subtraction of the average AV3 about each of the integer of  $k=1$  thru/or  $N$  from the  $k$ -th subtraction result by which reading appearance was carried out. According to control signal 51-CS10 and address signal 51-AS10 which memory access section 51-251C outputs based on home index signal 51-HIS, the sequential storage of the subtraction result subtractor 51-259C Obtained is carried out at memory 51-260C.

[0175] The subtraction result memorized by memory 51-260C Are the eccentricity corresponding to a disk angle location, and the distance resulting from the eccentricity of circular data-tracks 51-D3 and the head locus 51-503 (refer to drawing 25 ) is expressed. According to control signal 51-CS10 and address signal 51-AS10 which memory access section 51-251C outputs based on home index signal 51-HIS, reading appearance is carried out as eccentricity 51-261C. It can use as an eccentricity table for performing eccentric amendment. Therefore, the example of drawing 30 can shorten the counter length which uses it for time interval measurement while being able to reduce a noise.

[0176] Drawing 31 shows the relation of the clock mark regenerative signal and measured time interval 51-250C in the example shown in drawing 30. In drawing 31, the time interval of 2nd clock mark regenerative-signal 51-CMS and the clock mark regenerative signal of eye  $** (n+1)$  watch is  $t(n)$ .

[0177] Drawing 32 is drawing showing average 51-AV3 outputted from time interval 51-250C of the clock mark regenerative signal which was measured by time interval measurement section 51-70C, and was memorized by memory 51-252C, and divider 51-258C in the example shown in drawing 30. Time interval measurement section 51-70C measures the minimum time basis which a measurement means has. Time interval data stream 51-250C by which the minimum time basis was measured to eccentricity when coarse becomes step-like to a disk angle location. If several  $N/2$  which add time interval data stream 51-250C measured in the shape of a step in adder 51-255C are large enough, the eccentric information acquired is smoothly reproducible to a disk angle location.

[0178] an example of the eccentricity which drawing 33 is related with the angle of rotation of a disk at memory 51-260C in the example shown in drawing 30, is alike, and is memorized -- 51 to 261 C. Namely, data stream 51-261C which expressed the distance resulting from the eccentricity of circular data-tracks 51-D3 and the head locus 51-503 (refer to drawing 25 ), and was memorized by memory 51-260C As an eccentricity table corresponding to a disk angle location, it can use in order to perform eccentric amendment.

[0179] In addition, although eccentricity was measured from the clock mark above, you may make it measure from the servo pattern currently recorded on the servo data storage area 20-40 shown in drawing 2 (the unique pattern 20-72, Gray code 20-71, wobble DOMAKU 20-12, 20-13, etc.).

[0180] Next, the point about the tracking servo section 10-7 of drawing 1 is explained.

[0181] Drawing 34 shows the configuration of one example in the case of carrying out tracking control in a magnetic disk drive. The rotation drive of the magnetic disk 60-2 (50-1A [ of drawing 21 ], 50-1B) is carried out by the spindle motor 60-8. It is supported by the arm 60-12, it is rotated by the voice coil motor (VCM) 60-14, and the magnetic head 60-10 (it has the configuration shown in drawing 17 and drawing 18 ) performs writing and read-out of data to a magnetic disk 60-2.

[0182] As explained with reference to drawing 2, the truck 60-4 of the shape of a concentric circle and spiral a large number is formed in a magnetic disk 60-2, and the servo pattern of  $**$  (Gray code 20-71) for positioning an arm head 60-10 (tracking control) and a precision (wobble DOMAKU 20-12, 20-13) is beforehand recorded on the truck 60-4. The axis of rotation of a spindle motor 60-8 is driven for example, by 3600rpm.

[0183] The playback amplifying circuit 60-21 amplifies the output of the magnetic head 60-10, and outputs it to the truck position error detector 60-23 and the track-address decoder 60-32. The track-address decoder 60-32 reads the track address of a Gray code in an input signal, and outputs it to the location generator 60-36 by making the difference into a rough signal as compared with the address of a desired truck (it should access). The truck position error detector 60-23 detects the signal corresponding

to wobble DOMAKU from an input signal, and outputs the tracking error signal corresponding to the gap from the truck of the magnetic head 60-10. A/D conversion of this signal is carried out by A/D converter 60-34, and it is supplied to the location generator 60-36.

[0184] The location generator 60-36 adds the output of the track-address decoder 60-32, and the tracking error signal which A/D converter 60-34 outputs, and generates a position signal (final tracking error signal).

[0185] The feedback control section 60-40 is a signal (it corresponds to the location which should arrange the magnetic head, and when the location is the center of a truck) which shows the servo criteria of the position signal from the location generator 60-36, and a truck. The subtractor 60-41 which outputs a position error signal in quest of the difference from which this signal is set to 0, The component 60-42 for performing PID (Proportional plus Integral plus Derivative action) actuation (PID action) to this position error signal, 60-43, and 60-44, It has the adder 60-45 adding the output of these components. The feedback control section 60-40 drives VCM 60-14 through D/A converter 60-70 and the drive amplifier 60-80, and performs actuation (the so-called closed loop actuation) which positions the magnetic head 60-10 in the criteria location (usually center) of a truck 60-4. The above is well-known technology.

[0186] The feature of the example of this invention of drawing 34 is in the point of having formed the adder 60-56 which adds the point of having formed the feedforward control section 60-60 which has the eccentricity storage section 60-26, the signal which carried out phase compensation (equalizing) of the output signal of this feedforward control section 60-60 in the phase compensating network 60-75, and the output signal of the feedback control section 60-40, and is supplied to D/A converter 60-70. As the eccentricity storage section 60-26 which constitutes this feedforward control section 60-60, the eccentricity storage section 50-26 (eccentricity storage section 51-26 of drawing 26) of drawing 21 can be used as it is. That is, as explained with reference to drawing 25 thru/or drawing 33, the data corresponding to eccentricity is memorized by the eccentricity storage section 60-26.

[0187] The feedforward data memorized by the eccentricity storage section 60-26 is referred to to the same timing as the time of the eccentric measurement actuation for one above-mentioned rotation, and is outputted as a feedforward control output 60-57. After phase compensation (phase leading) of this signal is carried out by the phase compensating network 60-75, it is inputted into an adder 60-56. After an adder 60-56 adds this signal to the output 60-52 of the feedback control section 60-40, it is supplied to the VCM drive amplifier 60-80 through A/D converter 60-70. The drive amplifier 60-80 drives VCM 60-14 according to this.

[0188] What is necessary is just to use the signal with which the arm head 60-10 reproduced the servo pattern 60-6 (for example, clock mark mentioned above) recorded on the disk 60-2 as a reference signal for referring to the controlled-variable data of the eccentricity storage section 60-26 to the same timing as the time of measuring eccentricity, the angle-of-rotation signal of a spindle motor 60-8, etc.

[0189] The principle is as follows although the closed loop control constituted from the location generator 60-36, the feedback control section 60-40, D/A converter 60-70, and VCM drive amplifier 60-80 by taking the above-mentioned configuration can decrease further the stationary positioning deflection to a target truck criteria location.

[0190] Drawing 35 is the block diagram which simplified the example of drawing 34. the transfer function of the circuit system 60-40, i.e., the feedback control section, in which 60-151 drives VCM 60-14 among drawing 35, the transfer function of VCM 60-14 whose 60-152 is a controlled system, and  $r$  -- the reference value of an aim truck, and  $x$  -- a head location and  $d$  -- truck eccentricity and  $y$  -- an observation post -- it comes out, and it is and this is the same as that of well-known technology. Uff is the feedforward control output newly added by this invention.

[0191] The following formula can show residual disturbance component  $d'$  in drawing 35.

$d' = d + G(j\omega)$ , Uff [0192] However, when tracking control is carried out using the feedforward data calculated by the above-mentioned method, the feedforward control output Uff is set to  $Uff = \text{inverse}(G(j\omega))$  and  $d$ , however  $G(j\omega)$  and  $\text{inverse}(G(j\omega)) = 1$ , and obtains  $d' = 0$  from this.

[0193] Therefore, according to the example of this invention of drawing 34, the effect of truck

eccentricity can be negated and the stationary positioning deflection to an aim truck center can be decreased.

[0194] As mentioned above in this invention, while forming a truck in a magnetic disk beforehand with a stamp, a clock mark besides the servo-mark of wobble DOMAKU, a Gray code, and others, a sector number, a track number, etc. are beforehand fabricated with a stamp. Thus, when a predetermined mark builds the magnetic disk by which stamp formation was carried out beforehand into the housing mentioned later, it cannot be avoided that the eccentricity of about 50 micrometers occurs. In order to perform exact record playback, as for the location gap error of a truck and the magnetic head, being referred to as about 0.1 micrometers is desirable.

[0195] for example, ISO- the magneto-optic disk of the 130mm diameter of the sample DOSABO method defined by 10089 (B) -- setting -- 1367 pieces -- moreover -- the magneto-optic disk of the 90mm diameter of the sample DOSABO method defined by ANSI-X3.213-1993 -- 1472 pieces -- it is made as [ form /, respectively / about disk 1 rotation (1 round) / a servo field ]. Therefore, if this is rotated by 60Hz, the sampling rate of servo data will be set to 80kHz thru/or 88kHz. Thereby, a position signal with a band 40kHz or less is acquired.

[0196] Since the tracking servo of the optical arm head used for record playback of a magneto-optic disk is only a configuration which drives the minute objective lens which irradiates a laser beam with a voice coil to a magneto-optic disk, for example, as a dashed line shows to drawing 36, it can constitute a tracking servo system from which gain is set to 1 by about 30kHz. When setting the rotational frequency of a disk to 60Hz, the gain becomes about 500 times. Therefore, even if there is eccentricity of 50 micrometers, a following error can be oppressed to about 0.1 micrometers.

[0197] On the other hand, in the magnetic disk drive made applicable [ of this invention ] to application, as mentioned above, the arm holding the magnetic head is supported free [ rotation ] by the ball bearing, and tracking control is performed by rotating this arm. Therefore, the mass of the section for a drive is very larger than the case in an optical arm head, and mechanical resonance occurs near 10kHz.

[0198] For this reason, on the whole, the gain of the tracking servo system in the magnetic disk drive shown in drawing 36 as a continuous line is raised, and if it is made to move to the location shown by the drawing destructive line, an oscillation will occur [ near the mechanical resonance frequency ]. For this reason, gain of the whole servo system cannot be enlarged.

[0199] Moreover, if the gain of the whole tracking servo system is raised, since the gain of a high region will also go up, the sampling frequency of servo data must be enlarged according to the theorem of nyquist. Since this means increasing the number of the servo data per one truck, it means that the storage capacity of a disk becomes small so much.

[0200] Moreover, if it is set as the magnitude which shows the gain of servo system as a continuous line in drawing 36, since only about 50-time gain can be conversely acquired in 60Hz which is a rotational frequency, deflection of 50 micrometers cannot be oppressed to about at most 1 micrometer.

[0201] However, according to this example, as mentioned above, in 60Hz which is a rotational frequency, a feedforward signal is added to the usual tracking error signal. Consequently, the gain on the appearance of a tracking servo system becomes large locally in the frequency of 60Hz, as shown in drawing 37. With this feedforward signal, since about 10-time gain can be acquired, 1 micrometer of residua by the closed loop mentioned above can be oppressed to 0.1 micrometers. Thereby, after all, in the frequency of at least 60Hz, 500 times as many gain as this is able to be acquired, and the deflection of 50 micrometers can be oppressed to 0.1 micrometers.

[0202] Thus, if it is made to raise gain only [ near the rotational frequency ] and is made not to raise the whole gain, compared with the case where the whole gain is raised, single [ about ] figure frequency which becomes gain 1 can be made small. That is, when the dashed line of drawing 36 shows, it is 30kHz, but it is set to 3kHz when the continuous line of drawing 37 shows.

[0203] By the theorem of nyquist, a sampling frequency required for reappearance of the positional information to 3kHz is at least 6kHz. However, since the frequency of this nyquist is frequency just before losing information, that the one 10 times sampling frequency [ 5 thru/or ] of this is required for it practical. For this reason, a practical sampling frequency is set to  $6\text{kHz} \times 10 / 60\text{Hz} = 1000$  (a piece/round).

That is, there should just be 1000 servo data storage areas per round. As a result of the experiment, when the number of the servo data storage areas per round was made into 840 pieces or 420 pieces, the good positioning property was able to be acquired.

[0204] Next, the point which detects an off-track among the points about the tracking servo section 10-7 of drawing 1 is explained.

[0205] Drawing 38 shows the configuration of one example of the detector which detects an off-track. The tracking error signal which the truck position error detector 50-23 in drawing 21 outputs is supplied to the window comparator 70-1. The reference voltage which the reference voltage generating circuit 70-2 outputs is supplied to this window comparator 70-1 again. As this reference voltage, the reference voltage as a top threshold which constitutes a window, and the reference voltage as a bottom threshold are contained.

[0206] That is, the window comparator 70-1 compares a tracking error signal with these two thresholds, its level of a tracking error signal is larger than a top threshold, or when smaller than a bottom threshold, it outputs a detecting signal to the judgment circuit 70-3. The judgment circuit 70-3 judges whether record actuation is stopped from the inputted signal, and outputs a judgment result to the Records Department 10-9 of drawing 1. At the Records Department 10-9, when this signal is inputted, record actuation is suspended.

[0207] Next, with reference to the flow chart of drawing 39, detailed judgment actuation of the window comparator 70-1 and the judgment circuit 73-3 is explained.

[0208] In step S70-1, it judges first whether a tracking error signal exists in a window. This step is judged by the window comparator 70-1. When a tracking error signal exceeds the range of a window, the number is set to Variable N in step S70-2. That is, Variable N shows the count to which the level of a tracking error signal exceeded the range of a window.

[0209] Next, it progresses to step S70-3 and the count of continuation to which the tracking error signal exceeded the range of a window is memorized. That is, a tracking error signal is sampled whenever ~~wobble DOMAKU comes (with segment period)~~, but the count is memorized when the range of a window is exceeded by the continuous segment. And in step S70-4, it is judged whether the memorized count of continuation is 3 times or more. When it is not three continuation, it progresses to step S70-5 and it is judged whether three samplings have exceeded the range of a window among the past four samplings. Step S If it progresses to step S70-6 and is not ordered in termination when the judgment in 70-5 is also NO, return and the same processing are repeated by step S70-1.

[0210] Step S In 70-4, when [ that there were three counts exceeding the range of a window continuously ] judged, or when [ to which three of the past four samplings have exceeded the range of a window in step S70-5 ] it is judged, it progresses to step S70-7 and the pulse which suspends record actuation is outputted. This pulse is supplied to the Records Department 10-9 of drawing 1, and the Records Department 10-9 suspends record actuation, when this pulse is inputted. Step S The processing after step S70-6 is repeated by the degree of 70-7.

[0211] That is, when the location data which separates from a detection window is generated more than predetermined frequency since the servo data storage area is formed so that location data may be obtained by the high frequency called 25kHz, he is trying to suspend record actuation for the first time in the magnetic disk of this example.

[0212] When the range of a window is exceeded even once, it is also theoretically possible to make it stop record actuation immediately. In this case, when narrowing width of face of a window and a big impact is added to a magnetic disk drive, it can prevent certainly that the magnetic head will move to the next truck and data will be recorded there. However, if width of face of a window is made not much narrow, when few noises occur, record actuation will be suspended immediately, and a throughput will fall. Conversely, if width of face of a window is made large too much, even when the noise of hard flow occurs and it will have moved to the truck which adjoins in fact, what it becomes impossible to detect this and records data on the next truck accidentally occurs.

[0213] Then, as mentioned above, when off-track detection is carried out by predetermined frequency, it is desirable to make it suspend record actuation.



[0214] A window is set as width of face equal to positive/negative both directions centering on a criteria location. When setting width of face (one half of width of face of a window) from the criteria location of this window to 0.75 micrometers (the level of a tracking error signal and the relative location gap from the criteria location of the truck of the magnetic head can be made to correspond), error detection probability when the impact of 10G is added can be made or less into ten to three by performing judgment processing mentioned above. Moreover, when the impact of 100G is added, the amount of an off-track can make probability that record actuation can be suspended 95% or more, in a condition 0.95 micrometers or less.

[0215] Next, the reason is explained.

[0216] Suppose that the near imbalance of one rotation center [ that the magnetic head is attached now ] side of an arm, and another side is 0.1 or less gcms, the sampling frequency of wobble-DOMAKU is 25kHz, and S/N of a position signal is 31dB (the ratio will be set to 31dB, if the width of recording track is set to 5 micrometers and the gap by the noise is set to 0.07 micrometers).

[0217] Inertia J of an arm is set to  $1.06 \times 10^3 \text{ gmm}^2$ , and length r of an arm is set to 36mm further again. And when there is arm imbalance of 0.1gcm, the result of a simulation when the shock of 10G is added is shown in drawing 40 ( drawing 40 shows the case of the magnitude whose shock is 10G, and the case of the magnitude of 100G). A 0.12-micrometer off-track arises at one side so that more clearly than this drawing (to the left or right). Among these, an off-track presupposes that it may incorrect-detect in the section used as 0.1 micrometers or more. Moreover, the time amount of this section is set to about 1.8ms (45 samples).

[0218] The greatest off-track at the time of the shock of 10G is 0.6 micrometers. Then, when it assumes that it is what has produced the period for 1.8ms (45 samples), and the 0.6-micrometer off-track, the probability of incorrect detection was estimated and S/N of a position signal is set to 31dB, the probability observed by 0.15 micrometers or more shifting to one side rather than a real location is set to  $1.62 \times 10^{-2}$ . When having produced the 0.6-micrometer off-track from this, that in which three or more samples have separated from the window (less than 0.75 micrometers), and the probability incorrect-detected are set to  $1.68 \times 10^{-5}$  among continuous 4 samples. Among 4 samples which the arbitration within this section (45 samples) follows, since the probability for three or more samples to be detected by separating from a window becomes these about 40 times, it is set to about  $7 \times 10^{-4}$ , and ten to three or less are the incorrect detection probability.

[0219] On the other hand, when there is arm imbalance of 0.1gcm and the shock of 100G is added as shown in drawing 40 (a), the off-track after shock impression comes to be shown in drawing 40 (b). It turns out that the \*\*1.2-micrometer off-track exceeding the range (\*\*0.75 micrometers) of a window has occurred as shown in this drawing, and it is necessary to stop record.

[0220] Drawing 41 expands and shows the response immediately after shock impression. In the section whose off-tracks are 0.7 micrometers thru/about 0.9 micrometers, it turns out that the magnetic head moves at the rate of about 0.03 micrometers / sampling. Since the migration locus of an arm head changes under the effect of a noise in fact and speed is also fluctuated, the case where it moves at the rate of 0.04 micrometers / sampling is considered supposing the case of being the worst.

[0221] Drawing 42 expresses signs that the magnetic head carries out the off-track, when it does in this way and the impact of 100G is added. In an off-track condition 0.95 micrometers or less, although what is necessary is just to be able to detect an off-track, when a gap (a maximum of 1 sample existence is recognized) of location detection timing is taken into consideration, in drawing 42, it is desirable that it is detectable that there was an off-track at the time of a 0.91-micrometer off-track. Then, it will become 95.1% if the probability which will be detected as that in which three or more samples separated from the window (less than [ \*\*0.75micrometer ]) among 4 samples with which arbitration continues at the time to the off-track location of 0.91 micrometers if the magnetic head moves along with the locus of drawing 42 as a thing according to the normal distribution whose noise is  $mho=0.07\text{micrometer}$  is searched for.

[0222] Even when it moves from this along with loci other than the locus which the magnetic head shows to drawing 42, it turns out by 95% or more of probability that detection of an off-track is possible

in the state of an off-track 0.95 micrometers or less (when location detection timing has shifted).

[0223] Incidentally, since the detection ratio of the time of the 0.95-micrometer off-track of drawing 42 becomes 99.7%, even if the worst, in less than 0.99 micrometers, detection of an off-track is expectable.

[0224] Drawing 43 sets S/N to 31dB, and expresses the example of a response over the impact of 100G in the simulation adding a noise. In this drawing, the amount of off-tracks with an actual dashed line is expressed, and the continuous line expresses the observation post. In this case, when set to about 0.9 micrometers of 4 sample eye, an off-track gap is detected, and when it is 0.95 micrometers or less, it is possible, after the amount of off-tracks exceeds 0.75 micrometers as a threshold of a window to stop record.

[0225] Thus, compared with the case where carry out preparing a piezoelectric device in the interior of a magnetic disk drive etc., and an impact is detected by detecting an impact from a tracking error signal, an impact is detected very quickly, and it becomes possible to suspend record actuation.

[0226] Next, the point of the playback section 10-8 of drawing 1 is explained.

[0227] decoding the data reproduced from the magnetic disk with which data and various kinds of marks are recorded as it mentioned above -- for example, - although the 3 value level detection method by three thresholds, 2, 0, and +2, can be considered, while it has the advantage that circuitry is easy and ends, it has the defect that ability to detect is comparatively low..

[0228] Therefore, like the ID section (Gray code 20-72 of drawing 2 , sector number 20-41a, a track number 20-41b1, 20-41b2) of a sector, if this decoding method considers that defect, after decoding ID, it is unsuitable [ applying, when decoding the data of a data area ] for the portion which should judge quickly whether data is written into that sector at any rate.

[0229] Then, it is "Viterbi Detection of Class IV Partial Response on a Magnetic Recording Channel", using data as the method of carrying out record playback at a magnetic disk using a partial response method. The algorithm of the so-called Wood indicated by IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, VOL.COM-34, NO.5, MAY 1986, etc. is known.

~~[0230] Condition <-1> -> condition [ which simplifies the Viterbi algorithm with the algorithm of Wood~~  
 stated by this reference in accordance with the partial response (1 -1) of a pair equivalent to the partial response class IV (partial response (1, 0, -1)), and a survival pass pattern shows drawing 44 ] <-1>, and condition <-1> -> condition <+1> (this drawing (a))

Condition <-1> -> condition <-1> and condition <+1> -> condition <+1> (this drawing (b))

Condition <+1> -> condition <+1> and condition <+1> -> condition <-1> (this drawing (c))

By judging any of the \*\* 3 patterns it becomes, it is made as [ obtain / the decode data with which the error rate has been improved ].

[0231] Here, three survival pass patterns are hereafter made to express with three sorts of two literal notations ->\*\* (upward emission), ->-> (parallel pass), and ->\*\* (downward emission), respectively.

[0232] That is, according to the algorithm of Wood, when upward emission (->\*\*) or upward downward emission (->\*\*) appears as a survival pass pattern, the pass from the point (location p) where the emission before one appeared from the point (location k) to the point (location k) can be decided, and it is made as [ decode / data ] by repeating this.

[0233] Using the algorithm of such Wood, drawing 45 decodes the data from a magnetic disk (it has the format shown in drawing 2 ), and shows the example of a configuration of the regenerative circuit 80-80 which performs the error detection further.

[0234] In the synthetic circuit 80-2, based on the timing of the change over signal which the change over circuit 80-1 outputs, it is restored in order of origin and the data from a magnetic disk is outputted, after being inputted into the processing circuit 80-10 or 80-20 and processing the even number train sample an odd number train sample according to an individual, respectively.

[0235] In addition, although the configuration of the processing circuit 80-10 which processes an even number train sample is shown in details, the processing circuit 80-20 which processes an odd number train sample consists of drawing 45 similarly.

[0236] In the processing circuit 80-10, the data from a magnetic disk is supplied to a subtractor circuit 80-12 and register 80-13b through the switch 80-11 which carries out ON/OFF to the timing of an even



number train sample / odd number train sample corresponding to the change over signal (even/odd -1 (a bar (-) is given to odd and drawing is shown)) outputted from the change over circuit 80-1. That is, the even number train sample of the data from a magnetic disk is supplied to a subtractor circuit 80-12 and register 80-13b.

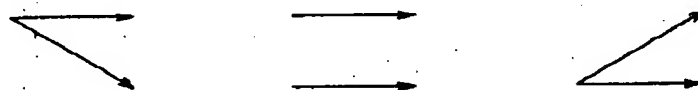
[0237] Register 80-13b memorizes the sampled data  $y_p$  in the emission point in front of one, and from the inputted even number train sample (even number train sample of the data from the magnetic-disk section 10-2)  $y_k$ , a subtractor circuit 80-12 subtracts the value  $y_p$  memorized by register 80-13b ( $y_k - y_p$ ) (calculating), and outputs it to a comparator circuit 80-14.

[0238] + whose comparator circuit 80-14 is a threshold -- corresponding to  $\beta$  memorized by 2, 0, -2, the output ( $y_k - y_p$ ) of a subtractor circuit 80-12, and register 80-13a, data processing shown in a table 2 and a table 3 is performed, and the output data shown in a table 2 and a table 3 are outputted corresponding to the result of an operation. The details of this operation are later mentioned with reference to drawing 46.

[0239]

[A table 2]

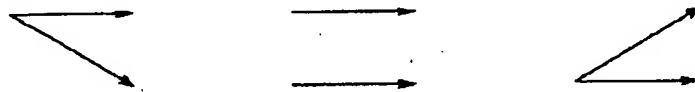
$\beta = 1$ のとき			
入力条件 条件パターン	$y_k - y_p \leq -2$ A	$-2 < y_k - y_p \leq 0$ B	$0 < y_k - y_p$ C
更新のルール	$y_p \leftarrow y_k$ $\beta \leftarrow -1$	$y_p \leftarrow y_p$ $\beta \leftarrow \beta$	$y_p \leftarrow y_k$ $\beta \leftarrow +1$
出力データ	new $\beta = -1$ UPDATE = 1 DATA = 1 p or k = p	new $\beta = *$ UPDATE = 0 DATA = 0 p or k = k	new $\beta = 1$ UPDATE = 1 DATA = 0 p or k = p



[0240]

[A table.3]

$\beta = -1$ のとき			
入力条件: 条件パターン	$y_k - y_p \leq 0$ D	$0 < y_k - y_p \leq 2$ E	$2 < y_k - y_p$ F
更新のルール	$y_p \leftarrow y_k$ $\beta \leftarrow -1$	$y_p \leftarrow y_k$ $\beta \leftarrow \beta$	$y_p \leftarrow y_k$ $\beta \leftarrow +1$
出力データ	new $\beta = -1$ UPDATE = 1 DATA = 0 p or k = p	new $\beta = *$ UPDATE = 0 DATA = 0 p or k = k	new $\beta = 1$ UPDATE = 1 DATA = 1 p or k = p



[0241] Here, as shown in a table 2 or a table 3, beta takes the value of either +1 outputted from a comparator circuit 80-14 or -1, when the emission before one is upward emission ( $\rightarrow^{**}$ ), 1 is set to beta, and -1 is set to beta when the emission before one is downward emission ( $\rightarrow^{**}$ ). Therefore, beta shows the class (was the emission before one upward emission, or was downward emission?) of emission before one.

[0242] A register 80-15 carries out counting of the PLL clock outputted from PLL which is not illustrated, and memorizes enumerated data k (sampling time). A register 80-16 memorizes the enumerated data k of a register 80-15 as p (time of day to which the emission before one came) corresponding to the updating instruction (UPDATE) which a comparator circuit 80-14 outputs. A selection circuitry 80-17 chooses the value p which a register 80-16 memorizes, or the value k which a register 80-15 memorizes corresponding to the selection command (p or k) which a comparator circuit 80-14 outputs.

[0243] RAM 80-18 writes the output data (DATA) from a comparator circuit 80-14 in a memory cell by making the output (p or k) of a selection circuitry 80-17 into a write address. A counter 80-19 carries out counting (count-up) of the number of the data written in RAM 80-18 based on the reference clock which the circuit which is not illustrated outputs, and RAM 80-18 sends out the data of all memory cells to coincidence in the synthetic circuit 80-2, after the writing of the data to all memory cells is completed based on the enumerated data of a counter 80-19. The synthetic circuit 80-2 returns and outputs the even number train sample from the processing circuit 80-10, and the odd number train sample from the processing circuit 80-20 to the original array based on the change over signal (even/odd -1) from the change over circuit 80-1.

[0244] if a configuration as shown in this drawing 45 is used and it will hit performing Viterbi decoding of data -- square -- a vessel becomes unnecessary, an adder can be managed with one piece and a comparator can be managed with two pieces. It is necessary to prepare RAM 80-18 for correcting, in addition memorizing pass.

[0245] Using the updating instruction (UPDATE) and output data (DATA) from the change over signal

(even/odd -1) from the change over circuit 80-1, and the processing circuit 80-10, and the updating instruction (UPDATE) and output data (DATA) from the processing circuit 80-20, the shift register arithmetic circuit 80-3 is made as [ perform / a CRC operation ], if Viterbi decoding is carried out based on the algorithm of above-mentioned Wood simultaneously.

[0246] Next, an example of operation when a certain signal is inputted is explained with reference to the timing chart of drawing 46 to the circuit of this drawing 45.

[0247] When a signal (input wave) as shown in drawing 46 is now inputted into the regenerative circuit 80-80 of drawing 45, a comparator circuit 80-14 operates as follows according to a table 2 and a table 3. However, initial value of yp and beta is set to yp=-2 and beta=-1, respectively.

[0248] < -- k=0: -- the time of input  $y_k=y_0=1.6$ ;  $y_p=-2$ ;  $\beta=-1$  -- > -- since it is  $y_k-y_p=1.6-(-2)=3.6>2$ , an input corresponds to the condition pattern F of a table 3. That is, since it is upward emission (suitably henceforth divergence), according to a table 3, beta is updated to +1 of register 80-13a, p (time of day to which the emission before one came) is updated with a register 80-16, and it is referred to as  $p=k=0$ , and is referred to as yp(sampled value in time of day to which the emission before one came)  $=y_0=1.6$  by register 80-13b.

[0249] < -- k=1: -- the time of input  $y_k=y_1=0.2$ ;  $y_p=1.6$ ;  $\beta=+1$ ;  $p=0$  -- > -2 -- < -- since it is  $y_k-y_p=0.2-1.6=-1.4\leq 0$ , an input corresponds to the condition pattern B of a table 2. That is, since it will be called parallel pass, beta of register 80-13a and 80-13b and yp presuppose that it remains as it is, choose the storage value k of a register 80-15 (= 1) by the selection circuitry 80-17, and write data (RAM data) 0 in the address k of RAM 80-18 (= 1) (the logic of the data in  $k=1$  is decoded as 0).

[0250] < -- k=2: -- the time of input  $y_k=y_2=-0.2$ ;  $y_p=1.6$ ;  $\beta=+1$ ;  $p=0$  -- > -2 -- < -- since it is  $y_k-y_p=-0.2-1.6=-1.8\leq 0$ , an input corresponds to the condition pattern B of a table 2. That is, since it will be called parallel pass, beta of register 80-13a and 80-13b and yp presuppose that it remains as it is, choose the storage value k of a register 80-15 (= 2) by the selection circuitry 80-17, and write data 0 in the address k of RAM 80-18 (= 2) (the logic of the data in  $k=2$  is decoded as 0).

~~[0251] < -- k=3: -- the time of input  $y_k=y_3=2.0$ ;  $y_p=1.6$ ;  $\beta=+1$ ;  $p=0$  -- > -- since it is  $y_k-y_p=2.0-1.6=0.4>0$ , an input corresponds to the condition pattern C of a table 2. That is, since it is upward divergence, the former candidate yp becomes what (it was  $y_p<y_k$ ) was beaten by the current value  $y_k$ . Namely, in  $k=0$  ( $p=0$ ), although judged with upward emission ( $\beta=+1$ ) Since upward emission ( $\beta=+1$ ) came, it means being the parallel pass of the upward emissions last time this time (setting to  $k=3$ ) (in  $k=0$ , supposing upward transition starts, in  $k=3$ , pass will become discontinuity).~~

[0252] Then, the storage value p of a register 80-16 (= 0) is chosen by the selection circuitry 80-17, and data 0 is written in the address p of RAM 80-18 (= 0) (the logic of the data in  $k=0$  is decoded as 0). Moreover, beta is set to +1 of register 80-13a, and the storage value p of a register 80-16 is updated with the storage value k of a register 80-15, it is referred to as  $p=k=3$ , and the storage value yp of register 80-13b is further made into  $y_p=y_3=2.0$ .

[0253] < -- k=4: -- the time of input  $y_k=y_4=0.2$ ;  $y_p=2.0$ ;  $\beta=+1$ ;  $p=3$  -- > -2 -- < -- since it is  $y_k-y_p=0.2-2.0=-1.8\leq 0$ , an input corresponds to the condition pattern B of a table 2. That is, since it will be called parallel pass, beta and yp remain as it is, choose k (= 4), and write data 0 in the address k of RAM 80-18 (= 4) (the logic of the data in  $k=4$  is decoded as 0).

[0254] < -- k=5: -- the time of input  $y_k=y_5=-0.4$ ;  $y_p=2.0$ ;  $\beta=+1$ ;  $p=3$  -- > -- since it is  $y_k-y_p=-0.4-2.0=-2.4\leq -2$ , an input corresponds to the condition pattern A of a table 2. That is, it means the former candidate being right since it is downward divergence (that is, it means that there had been upward transition among upward emissions in  $k=3$  ( $p=3$ )). Therefore, data 1 is written in the address p of RAM 80-18 (= 3) (the data in  $k=3$  is decoded as logic 1). Moreover, beta is set to -1, and p is updated, and it is referred to as  $p=k=5$ , and is further referred to as  $y_p=y_5=-0.4$ .

[0255] < -- k=6: -- the time of input  $y_k=y_6=-0.2$ ;  $y_p=-0.4$ ;  $\beta=-1$ ;  $p=5$  -- > -- 0 -- < -- since it is  $y_k-y_p=-0.2-(-0.4)=0.2\leq +2$ , an input corresponds to the condition pattern E of a table 3. That is, since it will be called parallel pass, beta and yp remain as it is, choose k, and write data 0 in the address k of RAM 80-18 (= 6) (the data in  $k=6$  is decoded as logic 0).

[0256] < -- k=7: -- the time of input  $y_k=y_7=-2.0$ ;  $y_p=-0.4$ ;  $\beta=-1$ ;  $p=5$  -- > -- since it is  $y_k-y_p=-2.0-(-0.4)$

$= -1.6 \leq 0$ , an input corresponds to the condition pattern D of a table 3. That is, it means that the former candidate was beaten since it was downward divergence. That is, in  $k=5$  ( $p=5$ ), since it means that there had been downward not transition but parallel transition, data 0 is written in the address  $p$  of RAM 80-18 ( $=5$ ) (the data in  $k=5$  is decoded as logic 0). Moreover, beta is set to -1, and  $p$  is updated, and it is referred to as  $p=k=7$ , and is further referred to as  $yp=y7=-2.0$ .

[0257]  $<-- k=8: --$  the time of input  $yk=y8=0.2; yp=-2.0; beta=-1; p=7 --> -- yk-yp=0.2-(-2.0) = --$  since is  $2.2 > +2$ , an input corresponds to the condition pattern F of a table 3. That is, since it will be called upward emission, it means front data being right. That is, in  $k=7$  ( $p=7$ ), since it means that downward transition had started, data 1 is written in the address  $p$  of RAM 80-18 ( $=7$ ) (the data in  $k=7$  is decoded as logic 1). Moreover, beta is set to +1 and it considers as  $yp=y8=0.2$  (drawing 46).

[0258] Hereafter, similarly, the decode of data based on the algorithm of Wood is performed, and the decoded data is written in RAM 80-18 one by one.

[0259] RAM 80-18 is constituted by two or more memory cells D0 with the capacity of 1 bit thru/or Dn, an address decoder 80-31, and the write-in control line 80-32-0 thru/or 80-32-n arranged corresponding to each memory cell D0 thru/or Dn as shown in drawing 47. Moreover, data (DATA) is supplied to all from the comparator circuit 80-14 shown in a memory cell D0 thru/or Dn at drawing 45.

[0260] It writes in from the selection circuitry 80-17 shown in drawing 45, and the address A0 thru/or An are supplied, and an address decoder 80-31 decodes the write-in address A0 thru/or An in an address decoder 80-31, and supplies a 1-bit signal each to it as each memory cell D0 thru/or a write-in signal over Dn. Thereby, the predetermined data (DATA) from a comparator circuit 80-14 is memorized by the predetermined memory cell.

[0261] Thus, after all the memory cells D0 thru/or the writing to Dn are completed, the data memorized by all the memory cells D0 thru/or Dn is outputted to coincidence in the synthetic circuit 80-2.

Therefore, reading appearance of all the data will be carried out at this time.

[0262] As compared with the conventional technology (for example, technology indicated by the reference of above-mentioned Wood), that timing chart is shown like drawing 48 in this read-out timing.

Drawing 48 (b) is a method in a regenerative circuit 80-80, if write-in enabling to RAM 80-18 becomes active, decoding of ID portion will be performed, after the writing of all data is completed, read-out enabling from RAM 80-18 becomes active, it shifts to a data area, and reading appearance of all the data is carried out to coincidence.

[0263] After writing ends this as compared with the conventional example shown in drawing 48 (a), a time delay until it finishes reading data from RAM 80-18 can be reduced sharply. In addition, it is easily realizable with the configuration of inputting a write-in control signal synchronizing with a clock, for example, using a 1-bit flip-flop as a memory cell D0 thru/or Dn.

[0264] therefore, decision whether if such a regenerative circuit 80-80 is applied to portions, such as ID record section 20-41H, a sector number, a track number, etc. will be desired things -- base -- it can process, without establishing most crevices between access processings (gap) in a part for ID portion and data division, since it can carry out now quickly.

[0265] For example, since a sector number, a track number, etc. are about several [ at most ] bytes, you may make it output all bits at once, they are at most several 10 bits, and are the range of practical use enough.

[0266] Moreover, all bits are not read from RAM 80-18 at once, for example, 8 bits is put together and you may make it read them. If it is made such, time amount after read-out from RAM 80-18 starts until it finishes reading can be set to one eighth, and the same effect as an above-mentioned case can be acquired also by this method.

[0267] By the way, the error detecting codes for the improvement in reliability (for example, a CRC (Cyclic Redundancy Check) sign etc.) are made by the sector number and the track number as [ add / usually ].

[0268] That is, it is a formula as generating-polynomial [ of a CRC sign ]  $G(x)$ .  $G(x)$

$= x^{16} + x^{12} + x^5 + 1 \dots (80-1)$

When it \*\*\*\*\*, the division of the data for every predetermined bit length BL is done by generating-

polynomial  $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ , and the remainder is added in the end of data (for example, sector ID etc.).

[0269] Then, in the shift register arithmetic circuit 80-3 of the regenerative circuit 80-80 of drawing 45, using the updating instruction (UPDATE) and output data (DATA) from the change over signal (even/odd -1) from the change over circuit 80-1, and the processing circuit 80-10, and the updating instruction (UPDATE) and output data (DATA) from the processing circuit 80-20, if data is decoded (Viterbi decoding) simultaneously, it is made as [ perform / a CRC operation ].

[0270] To UPDATE and DATA which are hereafter outputted here from the comparator circuit 80-14 of the processing circuit 80-10 which processes an even number train sample In order that they may show that it is a signal corresponding to an even number train sample, while attaching and describing \_even in the last of each character string To UPDATE and DATA which are outputted from the comparator circuit (circuit corresponding to the comparator circuit 80-14 of the processing circuit 80-10) of the processing circuit 80-20 which processes an odd number train sample In order that they may show that it is a signal corresponding to an odd number train sample, \_odd is attached and described in the last of each character string.

[0271] When the highest degree of the generating polynomial in a CRC operation is set to J, namely, the shift register arithmetic circuit 80-3 As shown in drawing 49, between J+2 flip-flop Da-1 thru/or DaJ, Db-1 or DbJ, Dc-1, DcJ or Dd-1 thru/or DdJ(s) by which vertical connection was made It is constituted as the parallel roads / a serial shift register by which four serial shift registers of a thru/or d sequence which connected J+1 selector Sa0 SaJ and Sb0 SbJ and Sc0 ScJ or Sd0 thru/or SdJ, respectively were connected to parallel.

[0272] Flip-flop Da-1 thru/or DaJ, Db-1 or DbJ, Dc-1 or DcJ and Dd-1 thru/or DdJ are the timing to which the clock which is not illustrated is supplied, and latches the data inputted. A selector Sa0 SaJ and Sb0 SbJ and Sc0 ScJ or Sd0 thru/or SdJ The change over signal from the change over circuit 80-1 (even/odd -1 (in drawing 49 )) A bar (-) is attached and shown in odd. UPDATE\_even from a certain processing circuit 80-10, DATA\_even, And based on UPDATE\_odd from the processing circuit 80-20, and DATA\_odd, one is chosen and outputted from from among three signals inputted.

[0273] Here, the generating polynomial in a CRC operation is set to G (x) shown in the above-mentioned formula (80-1) in this example. Therefore, J is set to 16.

[0274] Furthermore, it sets to this shift register arithmetic circuit 80-3. Between flip-flops Da0, Db0, Dc0, or Dd0 and selectors Sa1, Sb1, Sc1, or Sd1 XOR gate 80-41a thru/or 80 to 41 d between flip-flops Da5, Db5, Dc5, or Dd5 and selectors Sa6, Sb6, Sc6, or Sd6 XOR gate 80-42a thru/or 80 to 42 d between flip-flops Da12, Db12, Dc12, or Dd12 and selectors Sa13, Sb13, Sc13, or Sd13 the XOR gate (not shown) is prepared, respectively and the output of flip-flops Da16, Db16, Dc16, or Dd16 is inputted into XOR gate 80-41a thru/or 80 to 41 d, respectively (fed back) -- it is made like.

[0275] Moreover, in this shift register arithmetic circuit 80-3, while the output of XOR gate 80-41a thru/or 80 to 41 d is made as [ input / into XOR gate 80-42a thru/or 80 to 42 d /, respectively ], it is made as [ input / into the XOR gate between flip-flops Da12, Db12 Dc12, or Dd12 and selectors Sa13, Sb13, Sc13, or Sd13 /, respectively ].

[0276] Therefore, each of four serial shift registers of a thru/or d sequence of the shift register arithmetic circuit 80-3 have the same composition as two flip-flops and the thing which prepared one selector at the preceding paragraph while preparing a selector in the CRC decoding circuit (not shown) which performs the CRC operation corresponding to the generating polynomial of a formula (80-1).

[0277] That is, when each of four serial shift registers of a thru/or d sequence of the shift register arithmetic circuit 80-3 are observed, in each serial shift register, the CRC operation based on generating-polynomial G (x) shown by the formula (80-1) will be performed.

[0278] Moreover, when the circuit which removed all the XOR gates is considered from the shift register arithmetic circuit 80-3, compounding an even number train sample and an odd number train sample based on UPDATE\_even from the processing circuit 80-10, DATA\_even and UPDATE\_odd from the processing circuit 80-20, and DATA\_odd, the circuit chooses the sequence of the serial shift register to survive, namely, chooses pass, and turns into a circuit which carries out Viterbi decoding of

the data.

[0279] That is, from the shift register arithmetic circuit 80-3, one by one, Viterbi decoding of the reproduced data will be carried out, and it will be outputted in the circuit which removed all the XOR gates (in the order of a sample).

[0280] According to an above-mentioned table 2 and an above-mentioned table 3, a change over signal (even/odd -1) is first inputted further into the shift register arithmetic circuit 80-3 constituted as mentioned above for UPDATE\_even from the processing circuit 80-10 or 80-20, DATA\_even or UPDATE\_odd, and DATA\_odd from the change over circuit 80-1 in the shift register arithmetic circuit 80-3, respectively.

[0281] And when the change over signal (even/odd -1) from the change over circuit 80-1 is logic 1, processing is performed based on UPDATE\_even and DATA\_even from the processing circuit 80-10 (when it is H level), When the change over signal (even/odd -1) from the change over circuit 80-1 is logic 0, processing is performed again based on UPDATE\_odd and DATA\_odd from the processing circuit 80-20 (when it is L level).

[0282] That is, in the shift register arithmetic circuit 80-3, it is the signal generation circuit which is not illustrated probably, and four signals (input\_a, input\_b, input\_c, input\_d) shown by the degree type are generated by UPDATE\_even from the change over signal (even/odd -1) from the change over circuit 80-1, and the processing circuit 80-10 and DATA\_even, and the list from UPDATE\_odd from the processing circuit 80-20, and DATA\_odd.

[0283]

input\_a=(even/odd-1=1) \*UPDATE\_even+(even/odd-1=0) \*UPDATE\_odd input\_b=(even/odd-1=1) \*UPDATE\_even input\_c=(even/odd-1=0) \*UPDATE\_odd input\_d=0, however \* mean an AND and + means an OR. Furthermore, (even/odd-1=1) will become logic 1 if even/odd -1 is logic 1 (at the time of the timing of an even number train sample), and if even/odd -1 is logic 0 (at the time of the timing of an odd number train sample), it will become logic 0. Moreover, (even/odd-1=0) will become logic 0 if even/odd -1 is logic 1, and if even/odd -1 is logic 0, it will become logic 1.

[0284] Therefore, input\_b serves as the same value as UPDATE (UPDATE\_even) outputted from the effective processing circuit 80-10 only in the timing of an even number train sample, and input\_c serves as the same value as UPDATE (UPDATE\_odd) outputted from the effective processing circuit 80-20 only in the timing of an odd number train sample. Furthermore, in the timing of an even number train sample, input\_a serves as the same value as UPDATE (UPDATE\_even) outputted from the processing circuit 80-10, and serves as the same value as UPDATE (UPDATE\_odd) outputted from the processing circuit 80-20 in the timing of an odd number train sample. input\_d is always set to 0.

[0285] Four signal input\_a, input\_b, input\_c, or input\_d is inputted into flip-flop Da-1 of the first rank of the shift register arithmetic circuit 80-3 ( drawing 49 ) thru/or Dd-1, respectively.

[0286] input\_a, input\_b and input\_c which were inputted into flip-flop Da-1 thru/or Dd-1, respectively, or input\_d is the timing of a clock, and a sequential latch is carried out through a selector at the flip-flop of the next step.

[0287] Here, in Selectors Saj, Sbj, Scj, or Sdj (j= 0, 1, ..., J (it is J= 16 as mentioned above in this example)), it is a signal from the preceding paragraph, and when the signal from the shift register of a sequence thru/or d sequence is made into in\_a, in\_b, in\_c, or in\_d, respectively, signal out\_a, out\_b and out\_c according to a degree type, or out\_d is outputted, respectively.

[0288]

out\_a=\*(even/odd-1=1) (UPDATE\_even=1) \*(DATA\_even=0) \*in\_c + even/odd-1=1\* (UPDATE\_even=1) (\* (DATA\_even=0))-1\*in\_a + even/odd-1=0\*(UPDATE\_odd=1) \*(DATA\_odd=0) \*in\_b +(even/odd-1=0) \*(UPDATE\_odd=1) (\* (DATA\_odd=0))-1\*in\_a [0289]  
out\_b=\*(even/odd-1=1) (UPDATE\_even=1) \*(DATA\_even=0) \*in\_d+(even/odd-1=1) \* (UPDATE\_even=1) (\* (DATA\_even=0))-1\*in\_b + even/odd-1=0\*(UPDATE\_odd=1) \*(DATA\_odd=1) \*in\_a +(even/odd-1=0) \*(UPDATE\_odd=1) (\* (DATA\_odd=1))-1\*in\_b [0290]  
out\_c=\*(even/odd-1=1) (UPDATE\_even=1) \*(DATA\_even=1) \*in\_a + even/odd-1=1\* (UPDATE\_even=1) (\* (DATA\_even=1))-1\*in\_c + even/odd-1=0\*(UPDATE\_odd=1) \*(DATA\_odd=0)

\*in\_d +(even/odd-1=0) \*(UPDATE\_odd=1) (\* (DATA\_odd=0))-1\*in\_c [0291]  
 out\_d= \*(even/odd-1=1) (UPDATE\_even=1) \*(DATA\_even=1) \*in\_b + even/odd-1=1\*  
 (UPDATE\_even=1) (\* (DATA\_even=1))-1\*in\_d + even/odd-1=0\*(UPDATE\_odd=1) \*(DATA\_odd=1)  
 \*in\_c +(even/odd-1=0) \*(UPDATE\_odd=1) (\* (DATA\_odd=1))-1\*in\_d [0292] In addition, ()-1 means the negation in (). That is, ()-1 will become logic 0 if the logic in () is 1, and if the logic in () is 0, it will become logic 1.

[0293] From a top type, in this shift register arithmetic circuit 80-3, the sequence (right pass) of the serial shift register survived from UPDATE\_odd from the processing circuit 80-20 and DATA\_odd is chosen, the data latched to the flip-flop of the serial shift register of the selected sequence will be copied to the flip-flop of the serial shift register of other sequences, and Viterbi decoding will be carried out to UPDATE\_even from the processing circuit 80-10 and DATA\_even, and a list.

[0294] XOR of the flip-flop Da16 of the last stage of the serial shift register of a sequence thru/ or d sequence thru/ or the output of Dd16, and the output of a flip-flop Da0 thru/ or Dd0 is taken by XOR gate 80-41a thru/ or 80 to 41 d, and is inputted into coincidence in this shift register arithmetic circuit 80-3 at a selector Sa1 thru/ or Sd1, respectively.

[0295] Furthermore, the output of XOR gate 80-41a thru/ or 80 to 41 d While the flip-flop Da5 of the serial shift register of a sequence thru/ or d sequence thru/ or XOR with the output of Dd5 are taken by XOR gate 80-42a thru/ or 80 to 42 d and is inputted into a selector Sa6 thru/ or Sd6, respectively the flip-flop Da12 which the serial shift register of a sequence thru/ or d sequence does not illustrate thru/ or XOR with the output of Dd12 -- the flip-flop Da12 -- or -- \*\* -- It is taken by the XOR gate prepared between the selector Sa13 which is not illustrated thru/ or Sd13, respectively, and is inputted into a selector Sa13 thru/ or Sd13, respectively.

[0296] Therefore, in this shift register arithmetic circuit 80-3, the CRC operation based on the generating polynomial shown by the formula (80-1) will be performed.

[0297] By the way, in order to carry out Viterbi decoding of the partial response (1, 0, -1), the 2-bit sign for carrying out termination of the trellis diagram (it being hereafter indicated as a trellis) to the end of a block (bit string of the batch to decode) of the data (bit string) to decode is needed. As this 2-bit sign, it is a sign in front of PURIKODO, and, generally 11 is added to the end of a block.

[0298] The 2-bit sign for carrying out termination of this trellis For performing a CRC operation, are [ therefore ] unnecessary. In the shift register arithmetic circuit 80-3 Flip-flop Da-1 thru/ or Dd-1 of the serial shift register of a sequence thru/ or d sequence, the 2-bit data corresponding to the sign (11) for carrying out termination of the trellis added to the end of a block of data When latched to Da0 thru/ or Dd0, respectively, the CRC result of an operation is evaluated based on 16 bits latched to either a flip-flop Da1 Da16 and Db1 Db16 and Dc1 Dc16 and Dd1 thru/ or Dd16.

[0299] That is, evaluation that there was no error in data when all of 16 bits latched to a flip-flop Da1 Da16 and Db1 Db16 and Dc1 Dc16 and Dd1 or thru/ or Dd(s)16 were 0 is made to the CRC result of an operation, and when one of bits is not 0 among the 16 bits, evaluation that the error was in data is made to the CRC result of an operation. [ thru/ or ] [ thru/ or ]

[0300] As mentioned above, it sets to the shift register arithmetic circuit 80-3. Between the flip-flops which constitute the serial shift register of each sequence which performs a Viterbi decoding method and by which vertical connection was made Since the XOR gate which computes the exclusive OR of the outputs of the flip-flop was arranged so that a CRC operation might be performed When the Jth is used as a generating polynomial of a CRC sign, the bit of the last of a block of the data from the magnetic-disk section 10-2 can obtain the CRC result of an operation within J-1 clock, after being inputted into the regenerative circuit 80-80 of drawing 45 .

[0301] That is, since Viterbi decoding and a CRC operation are performed to coincidence as shown in drawing 50 (b), a time lag required for decode and error detection of data can be decreased sharply.

[0302] Therefore, after carrying out Viterbi decoding of the data, when performing a CRC operation like the conventional method shown in drawing 50 (a), it compares. the gap between parts for ID portion of a magnetic disk, and data division (for example, the distance between ID record section 20-41H and data storage area 20-41D of drawing 2 --) Or distance between Gray code 20-71 and ID record section 20-



41H can be made small, and large capacity-ization of a magnetic disk can be attained.

[0303] In addition, in explanation of the above shift register arithmetic circuit 80-3, although what is shown in the generating polynomial of CRC by the formula (80-1) was used, it is not restricted to this and what is shown by other formulas can be used. In this case, what is necessary is to change the and the insertion point of XOR and just to constitute the shift register arithmetic circuit 80-3 while fluctuating the number of stages of a flip-flop corresponding to the generating polynomial to be used.

[0304] Furthermore, the above regenerative circuit 80-80 can be applied not only decoding of ID portion but when decoding the data (data currently recorded on data storage area 20-41D of drawing 2) of a data area.

[0305] Next, the point about the Records Department 10-9 of drawing 1 is explained.

[0306] Drawing 51 is the block diagram showing the example of a configuration of the whole magnetic disk drive. The clock mark for clock generation records data on the magnetic disk 90-1 (formatted as shown in drawing 2) recorded beforehand, and this magnetic disk drive is the so-called magnetic disk drive of the external synchronization method (sample servo system) which reproduces the data currently recorded.

[0307] And reproducing-head 90-11a for this magnetic disk drive to reproduce data from a magnetic disk 90-1, The playback amplifier 90-12 which amplifies the regenerative signal reproduced by reproducing-head 90-11a, The clock generation circuit 90-13 which generates a clock based on the regenerative signal equivalent to the clock mark of the magnetic disk 90-1 amplified with the playback amplifier 90-12, It has the data demodulator circuit 90-14 which reproduces data etc. from the regenerative signal from the playback amplifier 90-12 using the clock from the clock generation circuit 90-13.

[0308] Moreover, while carrying out counting of the clock from the clock generation circuit 90-13 and controlling the clock generation circuit 90-13 Data inputted as the timing generating circuit 90-15 which outputs the change over signal which switches a recording mode and a playback mode (in drawing 1) ~~the record signal inputted into the Records Department 10-9 -- corresponding -- following source data --~~ saying -- with the record data generating circuit 90-16 changed into the data (henceforth record data) suitable for record It has the pulse delay circuit 90-30 delayed in the record data from the record data generating circuit 90-16. Recording head 90-11b for recording the record data furthermore delayed in the pulse delay circuit 90-30 on a magnetic disk 90-1, The record amplifier 90-18 which supplies the current based on the record data delayed in the pulse delay circuit 90-30 to recording head 90-11b, It has the time delay control circuit 90-20 which controls the amount of delay of the pulse delay circuit 90-30 based on the location (henceforth head positional information) in the direction of the diameter of a disk of recording head 90-11b from the data demodulator circuit 90-14.

[0309] As explained with reference to drawing 17 and drawing 18, reproducing-head 90-11a In order to attain high density record, it consists of the so-called magneto-resistive effect form arm head (MR head). Recording head 90-11b consists of the usual magnetic head, in the transit direction, only distance L leaves reproducing-head 90-11a and recording head 90-11b, and they are arranged. Such reproducing-head 90-11a and recording head 90-11b constitute the so-called arm head 90-11 of a record playback discrete type.

[0310] On the other hand, with a spindle motor (100-21 of drawing 59), a fixed angular velocity To the magnetic disk 90-1 by which a rotation drive is carried out by (however, the so-called zone bit recording to which a clock frequency is changed for every zone) As shown in drawing 52 (a), between data segment 90-2 (data storage area 20-41D of drawing 2) which is the field which records the data of the recording track formed in the shape of a concentric circle For example, by removing a magnetic layer in part using technique, such as etching, the clock mark 90-3 (20-11 of drawing 2) which followed the radial for clock generation is formed beforehand. And direct-current magnetization is carried out in the one direction, and these clock marks 90-3 are formed 100-1000 divisors per round (the example mentioned above 840 places), in order to generate the clock of high degree of accuracy.

[0311] And reproducing-head 90-11a outputs the regenerative signal equivalent to the clock mark 90-3, and supplies these regenerative signals to the clock generation circuit 90-13 and the data demodulator



circuit 90-14 through the playback amplifier 90-12 while it outputs the regenerative signal equivalent to the data currently recorded on the data segment 90-2.

[0312] The clock generation circuit 90-13 has the PLL circuit 50-30 explained with reference to drawing 21 , and generates a clock based on the regenerative signal equivalent to the clock mark 90-3.

[0313] That is, if the clock mark 90-3 which carried out direct-current magnetization is reproduced to an one direction (right shown by the arrow head among drawing) as shown, for example in drawing 52 (a), as shown, for example in drawing 52 (b), the regenerative signal which has a solitary-wave form with the edge before and after the clock mark 90-3 will be reproduced. The timing generating circuit 90-15 carries out counting of the clock supplied from the clock generation circuit 90-13, predicts the apparition of the regenerative signal which is equivalent to the clock mark 90-3 based on the past hysteresis, and as shown, for example in drawing 52 (d), it generates the change over signal which switches a recording mode and a playback mode, while it supplies the clock gate signal which shows this period to the clock generation circuit 90-13.

[0314] As it considers that the solitary-wave form where it appears within the period out of which the clock gate signal has come is the clock mark of normal, for example, is shown in drawing 52 (c), the clock generation circuit 90-13 updates the phase of PLL so that the standup of a clock may synchronize with the peak of the solitary-wave form corresponding to a front edge, and generates the clock which carried out phase simulation to the clock mark 90-3.

[0315] And the data demodulator circuit 90-14 is the standup time of day (henceforth an existing [ data ] point phase) of the clock generated in the clock generation circuit 90-13 at the time of a playback mode. It sets, and discriminates from a regenerative signal (sampling level), and data is reproduced by getting over (it being Viterbi decoding as explained with reference to drawing 44 thru/or drawing 50 ).

Moreover, this data demodulator circuit 90-14 reproduces the head positional information (for example, Gray code 20-71 of drawing 2 , a track number 20-41b1, 20-41b2, etc.) in the direction of the diameter of a disk of an arm head 90-11 based on a regenerative signal, and supplies this head positional information to the time delay control circuit 90-20.

[0316] On the other hand, in a recording mode, the record data generating circuit 90-16 changes source data into the record data which synchronized with the clock generated in the clock generation circuit 90-13 by the predetermined modulation (it mentioned above like PR modulation) suitable for record, and supplies the record data which synchronized with this clock to the pulse delay circuit 90-30 and the time delay control circuit 90-20.

[0317] The pulse delay circuit 90-30 on the basis of control of the time delay control circuit 90-20 While compensating the phase shift of the data recorded on the data segment 90-2 resulting from the distance L in the transit direction of reproducing-head 90-11a and recording head 90-11b so that it may mention later Record data is delayed so that a location gap (it is hereafter indicated as a nonlinear bit shift) of the flux reversal resulting from the pattern of record data may be compensated. The record amplifier 90-18 This delayed record data is amplified and the current based on record data is supplied to recording head 90-11b.

[0318] Specifically the time delay control circuit 90-20 For example, the adder 90-21 which adds a constant C3 to head positional information (track number) from the data demodulator circuit 90-14 as shown in drawing 53 , The multiplier 90-22 which carries out the multiplication of the constant C2 to the output of an adder 90-21, Delay machine 90-23a and 90-23b which are delayed by one clock, respectively in the record data from the record data generating circuit 90-16 and by which cascade connection was carried out, Exclusive "or" circuit (it is indicated as Following EXOR) 90-24a which calculates the exclusive OR of the record data from the record data generating circuit 90-16, and the record data delayed by delay machine 90-23a, EXOR90-24b which calculates the exclusive OR of the record data delayed by delay machine 90-23a, and the record data delayed by delay machine 90-23b, AND circuit 90-25 which calculates the AND of the output of EXOR90-24a, and the output of EXOR90-24b (it is indicated as Following AND), It consists of a change-over switch 90-26 which makes switch selection of a constant C1 and the constant 0 based on the output of AND 90-25, and an adder 90-27 adding the output of a change-over switch 90-26, and the output of a multiplier 90-22.

[0319] And this time delay control circuit 90-20 calculates the time difference between an existing [ data ] point phase and the time of day which should actually reverse record current based on the pattern of the head positional information supplied from the data demodulator circuit 90-14, and record data, and outputs a time delay indication signal.

[0320] That is, if an arm head 90-11 sets head positional information supplied from the data demodulator circuit 90-14 to track number N which carries out the current position, an adder 90-21 will add track number N and a constant C3 (the distance from a disk center to the most inner track is supported), and a multiplier 90-22 will carry out the multiplication of the constant C2 to this aggregate value. Consequently, from a multiplier 90-22, it is outputted as a time delay T1 which compensates the phase shift of the data with which the value which is proportional to distance (N+C3) from the disk center of an arm head 90-11 originates in the distance L in the transit direction of reproducing-head 90-11a and recording head 90-11b by the operation shown in the following (90-1) formula.

[0321]

$$T1 = (N + C3) \times C2 \dots (90-1)$$

[0322] In addition, constants C2 and C3 are values with which are satisfied of  $T1 = L/v$ , when speed in case an arm head 90-11 is located in the track of a number N is set to v. If it puts in another way, T1 is equal to the time amount to which a magnetic disk moves only distance L.

[0323] On the other hand, delay machine 90-23a and 90-23b are delayed by one clock in record data, respectively, EXOR90-24a and 90-24b search for the 2-bit exclusive OR adjoined of the triplets which record data follows, respectively, and AND 90-25 searches for the AND of each output of EXOR90-24a and 90-24b. Consequently, the pattern with which a nonlinear bit shift (the length of a magnetization field stops being proportional to the supply time amount of drive current) tends to happen from AND 90-25, Namely, when record data has the pattern (010 or 101) with which 2 bits of flux reversal continue continuously (the condition that different logic (1 or 0) adjoins continues continuously twice), For example, the continuation flux reversal detecting signal used as H level is outputted, and when it is others, the signal of L level is outputted.

[0324] And a change-over switch 90-26 supplies the constant which chose the constant C1, and chose and chose the constant 0 at the time of L level to an adder 90-27 based on this continuation flux reversal detecting signal at the time of H level. Consequently, from a change-over switch 90-26, a constant C1 is outputted as a time delay T2 which compensates a nonlinear bit shift to the pattern which produces flux reversal continuously, i.e., the pattern which a nonlinear bit shift generates, (as mentioned above here 010 a certain \*\* 101).

[0325] An adder 90-27 adds a time delay T1 and a time delay T2, and supplies them to the pulse delay circuit 90-30 by making this aggregate value (T1+T2) into a time delay indication signal.

[0326] As the time delay has become controllable from the exterior, for example, the pulse delay circuit 90-30 is shown in drawing 52 (h) While only the time amount (T1+T2) directed with the time delay indication signal supplied from the time delay control circuit 90-20 is delayed in the record data ( drawing 52 (g)) supplied from the record data generating circuit 90-16 For example, as shown in drawing 52 (f), the change over signal ( drawing 52 (d)) supplied from the timing generating circuit 90-15 is delayed, and a write enable signal (low active signal) is generated.

[0327] As the pulse delay circuit 90-30 is shown in drawing 54 , specifically The adjustable delay circuit 90-31 which has the time delay of a length of one or less clock, The time delay indication signal from the sequential circuit 90-32 which has the time delay of 1 clock unit, and the time delay control circuit 90-20 The time delay of 1 clock unit, It divides into the time delay of the fraction which remains, and consists of time delay distribution circuits 33 supplied to a sequential circuit 90-32 and the adjustable delay circuit 90-31, respectively.

[0328] And the time delay distribution circuit 33 divides the time delay indication signal supplied from the time delay control circuit 90-20 into the time delay of 1 clock unit, and the time delay of the fraction which remains, supplies the time delay of 1 clock unit to a sequential circuit 90-32, and supplies a fractional time delay to the adjustable delay circuit 90-31.

[0329] A sequential circuit 90-32 is a delay circuit which operates synchronizing with a clock, and

builds in counting circuit 90-32a which carries out counting of the clock to the interior. When this counting circuit 90-32a carries out counting of the time delay part clock of 1 clock unit, only the time delay of 1 clock unit generates the middle output of the write enable signal with which timing shifted, and record data based on a change over signal and record data.

[0330] On the other hand, the adjustable delay circuit 90-31 performs delay within 1 clock time amount according to directions of a fractional time delay, adds still more precise delay to the middle output of record data, and outputs the record data after delay.

[0331] And this pulse delay circuit 90-30 supplies a write enable signal and the record data after delay to the record amplifier 90-18. That is, a circuit scale is large by considering as such a configuration, and power consumption can be reduced while making the whole circuit scale small, since the number of the adjustable delay circuits 90-31 where a high time amount precision is demanded is one, and it ends and the maximum time delay should just have the length for one clock.

[0332] The record amplifier 90-18 controls energization/cutoff of record current according to the write enable signal supplied from the pulse delay circuit 90-30, and reverses record current according to the record data delayed in the pulse delay circuit 90-30.

[0333] In this way, the change over signal outputted from the timing generating circuit 90-15 and the record data outputted from the record data generating circuit 90-16 synchronize with the clock ( drawing 52 (c) ) generated in the clock generation circuit 90-13, as shown in above-mentioned drawing 52 (d) and this drawing (g). That is, these signals support the location on data segment 90-2 seen from reproducing-head 90-11a, as shown in above-mentioned drawing 52 (a).

[0334] By the way, if relative velocity of an arm head 90-11 and a disk is set to  $v$ , time difference  $T1=L/v$  exists between the data segment 90-2 seen from reproducing-head 90-11a shown in drawing 52 (a), and the data segment 90-2 seen from recording head 90-11b as shown in drawing 52 (e). As shown in above-mentioned drawing 52 (f) and this drawing (h), while the pulse delay circuit 90-30 generates the write enable signal corresponding to the location on data segment 90-2 as which only this time difference  $T1$  was delayed, and regarded a change over signal and record data from recording head 90-11b, and the record data after delay, respectively, to record data, only time amount  $T2$  which compensates an above-mentioned nonlinear bit shift is delayed further.

[0335] Consequently, while compensating the phase shift of the data recorded on the data segment 90-2 resulting from the distance  $L$  in the transit direction of reproducing-head 90-11a and recording head 90-11b, a location gap (nonlinear bit shift) of the flux reversal resulting from the pattern of record data can be compensated, and data can be recorded on the right location on a data segment 90-2.

[0336] If it puts in another way, by controlling energization initiation of record current, end time, and reversal time of day of record current by the pulse delay circuit 90-30, it cannot be based on the pattern of the location in the direction of the diameter of a disk of an arm head 90-11, or data, but data can be recorded on the right location on a data segment 90-2. Therefore, standup time of day of the clock generated in the playback mode in the clock generation circuit 90-13 (existing [ data ] point phase) By setting and discriminating from a regenerative signal, the regenerative signal will be referred to in the data's currently recorded on data segment 90-2's existence location, and errorless data playback can be performed.

[0337] Next, other concrete circuitry of the time delay control circuit 90-20 shown in drawing 51 is explained with reference to drawing 55. Delay machine 90-41a and 90-41b for which the time delay control circuit 90-20 of drawing 55 is delayed by one clock, respectively in the record data from the record data generating circuit 90-16 and by which cascade connection was carried out, Head positional information from the record data delayed by delay machine 90-41a and 90-41b and the data demodulator circuit 90-14 is made into the read-out address, and a time delay ( $T1+T2$ ) consists of memory 90-42 memorized beforehand.

[0338] And the record data delayed by delay machine 90-41a and 90-41b is supplied to memory 90-42 as the 11-bit read-out address with the track number which consists of 8 bits.

[0339] Memory 90-42 has memorized the time delay according to a track number and the combination of the pattern of data, and outputs a time delay indication signal according to the read-out address.

[0340] That is, in memory 90-42, about a track number and all the combination of the pattern of record data, by memorizing the fitness time delay, for example [ to the location in the direction of the diameter of a disk of an arm head 90-11 ], a nonlinear time delay can be outputted and a fine time delay can be controlled.

[0341] Moreover, as a rough time delay is computed in the time delay control circuit of drawing 53 and the remaining top kana timing is performed in the time delay control circuit of drawing 55 combining the time delay control circuit shown in this drawing 55, and the time delay control circuit shown in above-mentioned drawing 53, you may make it reduce the capacity of memory 90-42.

[0342] Next, as shown in the magnetic disk 90-1 of drawing 51 at drawing 56 Between the data segments 90-52 which are the fields which record the data of the recording track formed in the shape of a concentric circle, for example, by removing a magnetic layer in part using technique, such as etching The clock mark 90-53 (clock mark 20-11 of drawing 2) which followed the radial for clock generation, Reproducing-head 90-11a and the timing compensation pattern 90-54 of width of face equal to the gap L of recording head 90-11b of predetermined width of face are formed beforehand. When the direct-current magnetization of the clock mark 90-53 and the timing compensation pattern 90-54 is carried out in the one direction (direction shown by the arrow head in drawing 58 (a)), the magnetic disk drive of drawing 51 The timing measurement circuit 90-60 which measures the time difference T1 mentioned above instead of the time delay control circuit 90-20 can be formed, and as shown in drawing 57, it can constitute.

[0343] In addition, explanation is omitted about the circuit shown in drawing 51, and the circuit which has the same function.

[0344] As shown in drawing 58 (c), the timing generating circuit 90-15 generates the timing measurement window signal which shows the period when counting of the clock is carried out at and reproducing-head 90-11a is scanning the timing compensation pattern 90-54, and supplies this timing measurement window signal to the timing measurement circuit 90-60.

[0345] As shown in drawing 58 (b), in the period of H level, a timing measurement window signal measures the time amount T1 between the peaks of two solitary-wave forms reproduced with the edge before and behind the timing compensation pattern 90-54, and supplies the timing measurement circuit 90-60 to the pulse delay circuit 90-30 by making time amount T1 into a time delay indication signal.

[0346] Here, the width of face L of the timing compensation pattern 90-54 is not based on the radius of a disk, but since it is fixed, the time difference to which the edge before that and a next edge pass reproducing-head 90-11a is always equal [ the width of face ] to the pass time difference T1 of reproducing-head 90-11a and recording head 90-11b.

[0347] That is, the time difference between the peaks of the regenerative signal equivalent to the timing compensation pattern 90-54 is the time delay T1 which should be supplied to the pulse delay circuit 90-30.

[0348] Therefore, a time delay T1 can be directly found from the timing compensation pattern 90-54 beforehand formed on the magnetic disk 90-1, the arithmetic circuit of the adder 90-21 shown in drawing 53 and multiplier 90-22 grade and the memory 90-42 shown in drawing 55 become unnecessary, and the cost of a magnetic disk drive can be reduced.

[0349] In addition, in fact, although it simplified to the disk radial linearly and each field was shown in it at drawing 56, as shown in drawing 6 and drawing 7, it is formed along with the rotation locus of the magnetic head.

[0350] As mentioned above, since the phase shift of the data recorded on the magnetic disk 90-1 which is delayed in record data based on the regenerative signal equivalent to the timing compensation pattern of predetermined width of face, and originates in the distance in the transit direction of reproducing-head 90-11a and recording head 90-11b was compensated, data playback which can record data now on a right location, consequently is errorless can be performed.

[0351] In addition, record playback not only of the sector number and track number of ID record section 20-41H of drawing 2 but the original data on data storage area 20-41D can be carried out by PRML as mentioned above.

[0352] Next, the point about the housing section 10-10 of drawing 1 is explained.

[0353] The hole 100-2 for attaching a spindle motor 100-21 is formed in the plane section of the bottom housing 100-1 (40-51 of drawing 19) constituted by the aluminum alloy etc. When a level difference is formed in the periphery of this hole 100-2 and a motor 100-21 is attached there, the packing 100-3 which consists of rubber etc. is arranged so that air may not leak from that installation section.

Moreover, a shaft 100-4 is implanted in the bottom housing 100-1, and it is made as [ equip / with the ball bearing 100-6 (40-55 of drawing 19) attached in the arm 100-5 (40-53 of drawing 19) ].

[0354] It is made by the end of an arm 100-5 as [ attach / a voice coil 100-7 (40-63 of drawing 19) is attached, and / in the other end / the slider (40-57 of drawing 19) which has the magnetic head ]. It is made by a coil 100-7 and the magnetic head as [ supply / from a flexible printed circuit board 100-8 / a signal ]. IC 100-9 which performs signal processing is arranged at the flexible printed circuit board 100-8. Moreover, the edge of a printed circuit board 100-8 is made as [ draw / by the exterior of a housing ] so that it may mention later. A magnet 100-11 and 100-12 (62 and 61 of drawing 19) are attached in the bottom housing 100-1 so that a coil 100-7 may be arranged in the meantime. The voice coil motor (50-5 of drawing 21) is constituted by this voice coil 100-9 and magnet 100-11, 100-12.

[0355] The magnetic disk 23 (40-52 [ of drawing 19 ], 50-1A [ of drawing 21 ], 50-1B) of two sheets is attached in a motor 100-21 free [ rotation ]. The edge is drawn by the exterior of a housing and the flexible printed circuit board 100-22 is made as [ supply / from the exterior / to a motor 100-21 / a control signal ].

[0356] The top housing 100-31 has a step 100-32 and 100-33 in the lateral portion by the side of drawing Nakamigi, and is made as [ derive / a flexible printed circuit board 100-8 and the edge of 100-22 / , respectively / from this step 100-32 and 100-33 / outside ]. Moreover, the spiracle 100-34 is formed in the upper surface (plane section) of the top housing 100-31. Although the filter and the valve are attached in that interior and air advances into this spiracle 100-34, water is made as [ pass ].

[0357] Drawing 60 and drawing 61 show typically the assembly condition of the bottom housing 100-1 and the top housing 100-31. ~~Although the bottom housing 100-1 is constituted by the tabular member as shown in these drawings, the top housing 100-31 is formed in box-like of plane section 100-31a and lateral portion 100-31b. And packing 100-41 is inserted among both, and it is made as [ advance / after assembly / near the flexible printed circuit board 100-22 (or flexible printed circuit board 100-8) drawn to the exterior of a housing / into the interior of the sealed housing / air ].~~

[0358] That is, in the condition of having been sealed after assembling the bottom housing 100-1 and the top housing 100-31, the space inside a housing is intercepted with the exterior, and through the spiracle 100-34 with which plane section 100-31a is equipped, air is made as circulation is possible, and it is \*\*\*\*\*. Thereby, it is prevented that dust, dust, etc. advance into the interior. Moreover, in order that air may go in and out through a spiracle 100-34, an internal atmospheric pressure is adjusted so that it may be mostly in agreement with an external atmospheric pressure.

[0359] The length of the bottom housing 100-1 and the top housing 100-31 is set to 100mm, and width of face is set to 70mm. And the height in the condition of having combined both is set to 12.7mm, when the number of magnetic disks 100-23 is two and it is 15.0mm and one sheet.

[0360] In addition, although the bottom housing 100-1 was constituted in tabular in this example and the top housing 100-31 was formed in box-like, as shown in drawing 62 and drawing 63, it is also possible to form the bottom housing 100-1 in box-like by plane section 100-1a and lateral portion 100-1b, and to form the top housing 100-31 in tabular (plane section 100-31c).

[0361] The feature of the housing shown in these drawings is in the point that the hole is not formed in plane section 100-31a other than spiracle 100-34. In order to make this feature easier to understand, the configuration of the former top housing 100-31 is shown in drawing 64. As shown in this drawing, the hole 100-51, 100-52 and the crevice 100-53 are formed in the former top housing 100-31. Although a crevice 100-53 is a hollow for sticking a label, a hole 100-51 is a hole for inserting the arm head for servo lights.

[0362] That is, in the conventional magnetic disk drive, if servo signals, such as an encoder, are recorded before building a magnetic disk into a housing, it will originate in deformation or an

installation error by the pressure at the time of an assembly etc., eccentricity will occur, and the record location of the position signal in the condition of having recorded the servo signal will not necessarily correspond correctly with the location in the case of actually recording data. It becomes impossible for this reason, to apply an exact servo. Then, after building a magnetic disk into a housing, he is trying to record a servo signal on a magnetic disk in conventional equipment.

[0363] That is, in order to record a servo signal on the magnetic disk built into the housing, the magnetic head for record (arm head for servo lights) is inserted from a hole 100-51. And a servo signal is recorded on a magnetic disk by the arm head.

[0364] Moreover, a mirror is irradiated from a hole 100-52 at the arm included in the interior of a housing, the laser beam of a laser length measuring machine is irradiated at installation and this mirror, and that location is measured to a precision. And the location of an arm is moved to radial [ of a magnetic disk ] one by one, measuring the location of an arm correctly with this laser length measuring machine. And servo data (encoder) is recorded on a predetermined track.

[0365] For example, although servo data is recorded on one track of the outermost periphery, one fourth of the width-of-face [ every ] servo data of a track is recorded, the location can be shifted one by one every [  $4 / 1$  ] in the direction perpendicular to a track, and the servo signal to one track can be recorded by four rotations. Thus, the rotary encoder is recorded on the outermost periphery track of a magnetic disk.

[0366] Thus, after recording servo data on a magnetic disk, a hole 100-51 and 100-52 are blockaded by the predetermined member, and a housing is sealed.

[0367] However, as explained with reference to drawing 2 thru/or drawing 8, stamp formation is carried out beforehand and a track and servo data are recorded on the location physically formed as a record section of dedication in distinction from other fields by the magnetic disk of this invention. Therefore, the record location (shaping location) can apply the technology which controls minutely the exposure location of the laser beam at the time of disk shaping, and can adjust it very correctly. Then, what is ~~necessary will be to take into consideration only the eccentricity resulting from an installation error in~~ this example.

[0368] According to this example, as explained with reference to drawing 34 and drawing 35, as an offset signal is added to a tracking error signal by feedforward control, it is made also to eccentricity that exact control is possible. Consequently, though stamp formation of the clock mark 20-11 besides servo patterns, such as the home index 100-73, the unique pattern 20-72, Gray code 20-71, wobble DOMAKU 20-12, and 20-13, sector number 20-41a, a track number 20-41b1, 20-41b2, etc. is carried out beforehand at the magnetic disk and this is incorporated in a housing afterwards, exact record playback is attained. Consequently, in this invention, it is not necessary to form the hole for servo data logging in the housing.

[0369] Thus, since it is not necessary to make a hole in a housing, mechanical rigidity can be made to increase that what is necessary is just to form a housing as the simple box or board of height of homogeneity. This becomes possible to a presser foot to position an arm head for mechanical resonance to high degree of accuracy to a magnetic disk.

[0370] Furthermore, about a magnetic disk drive, since the hole has opened conventionally, although the yes-no decision had to be tested in the clean room, since there is no hole according to this invention, handling [ clean room ] of after assembly becomes unnecessary.

[0371] In addition, when a spindle motor 100-21 is further made into a thin shape, the hole 100-2 for the attachment can be omitted.

[0372] Since it is such, and according to this equipment manufacture becomes easy and the time amount taken to complete one equipment also becomes short, low cost-ization is attained.

[0373]

[Effect of the Invention] Since it was made to carry out stamp formation by making a guard band into a crevice to the track like the above according to the magnetic disk drive according to claim 1, it becomes unnecessary to make a guard band large for cross talk mitigation, a track pitch is narrowed, and it becomes possible to increase storage capacity. Moreover, since it was made to carry out stamp



formation of the mark for tracking, a track number distinguishing mark, or the clock mark with irregularity along with the rotation locus of the magnetic head, exact access is attained when a track pitch is narrowed.

[0374] Since according to the magnetic disk drive according to claim 2 the variation corresponding to the eccentricity of disk-like data medium is measured and record or playback actuation was controlled corresponding to the measurement result, the mark for tracking, a track number distinguishing mark, or a clock mark becomes record of exact data, or reproducible irrespective of eccentricity also in the magnetic disk drive which incorporated disk-like data medium currently recorded beforehand to the case afterwards.

[0375] It becomes controllable [ an exact disk-like record medium ], securing storage capacity according to the magnetic disk drive according to claim 3, since the number of the groups of the mark for tracking, a track number distinguishing mark, and a clock mark was made or less into 1000 per round.

[0376] Securing storage capacity, since the rate of occupying to 1 round of a control signal record section was made into 40% or less according to the magnetic disk drive according to claim 4, \*\*\*\*\* of the magnetic head by the mark signal by which stamp formation was carried out is minimized, and it becomes possible to carry out record playback of the data correctly.

[0377] Since according to the magnetic disk drive according to claim 5 resin or glass constituted the substrate of disk-like data medium, the lightweight-ized equipment can be realized and profile irregularity can be made good, distance of the magnetic head and disk-like data medium is made small, and it becomes possible to realize small equipment.

[0378] According to the magnetic disk drive according to claim 6, since a recording head and the reproducing head were separated, it becomes possible to carry out record playback of the data at a high speed.

[0379] Since the 1st mark was formed in the location which shifted from the truck to radial according to the magnetic disk drive according to claim 7, even if it separates a recording head and the reproducing head, ~~it becomes possible to carry out tracking control of the recording head correctly on a truck at the~~ time of record.

[0380] Since two or more marks were prepared, even if one side has a drop out etc. according to the magnetic disk drive according to claim 8, it can access on the basis of another side, and safety can be raised.

[0381] According to the magnetic disk drive according to claim 9, since the location variation of the mark for tracking or a track number distinguishing mark or the time amount variation of a clock mark was detected, it becomes possible to detect the eccentricity of disk-like data medium correctly.

[0382] Since the eccentric controlled variable which amends the location gap resulting from the eccentricity of the magnetic head from the mark for tracking, a track number distinguishing mark, or a clock mark was calculated according to the magnetic disk drive according to claim 10, it becomes possible to amend the location gap resulting from eccentricity correctly.

[0383] Positive tracking control becomes possible, without raising the servo gain of the whole tracking control, since according to the magnetic disk drive according to claim 11 the eccentric controlled variable calculated and obtained is memorized and it was made to carry out tracking control of the magnetic head corresponding to the memorized eccentric controlled variable.

[0384] Since according to the magnetic disk drive according to claim 12 time amount variation is measured from a clock mark and the time-axis of a clock signal was amended corresponding to this, the jitter resulting from eccentricity etc. can be controlled.

[0385] According to the magnetic disk drive according to claim 13, since it was made to perform Viterbi decoding and a CRC operation to coincidence, quick processing of a regenerative signal is attained.

[0386] According to the magnetic disk drive according to claim 14, since record data was made to be delayed corresponding to a playback clock, the phase shift resulting from the distance of the reproducing head and a recording head and a nonlinear bit shift can be amended, and record data can be recorded on an exact location.

[0387] According to the magnetic disk drive according to claim 15, since record actuation was

controlled corresponding to the location gap, malfunction when an unusual shock etc. is added can be controlled.

[0388] According to the magnetic disk drive according to claim 16, since only the spiracle was prepared in the case, the time amount which manufacture takes becomes short and can make cost cheap.

[0389] According to the magnetic disk drive according to claim 17 to 19, since it was made to make the diameter of disk-like data medium into 2.5 inches, 1.8 inches, or 1.3 inches, small and lightweight equipment is realizable.

[0390] Since according to the manufacture method of a magnetic disk drive according to claim 20 disk-like data medium was assembled to the case after stamp-forming the mark for tracking, the track number distinguishing mark, and the clock mark and recording them, equipment can be completed quickly and cost can be made cheap.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the configuration of the whole magnetic disk drive of this invention.

[Drawing 2] It is drawing explaining the format of the servo data storage area of the magnetic disk of this invention, and a data storage area.

[Drawing 3] It is drawing explaining the format of the servo data storage area where the unique pattern of the magnetic disk of this invention exists.

[Drawing 4] It is drawing explaining the format of the servo data storage area where the home index of the magnetic disk of this invention exists.

[Drawing 5] It is drawing explaining the unique pattern of the magnetic disk of this invention, and the format of the servo data storage area where a home index does not exist.

[Drawing 6] It is drawing explaining the relation of the rotation locus of the magnetic head of the servo data storage area of the magnetic disk of this invention, and a data storage area.

[Drawing 7] It is drawing explaining the configuration of the plane of the servo data storage area of the magnetic disk of this invention.

[Drawing 8] It is drawing explaining the cross-section configuration of the magnetic disk of this invention.

[Drawing 9] It is drawing explaining the stamp pattern of the irregularity on the magnetic disk of this invention.

[Drawing 10] It is drawing explaining how to magnetize the magnetic disk which has the irregularity of this invention.

[Drawing 11] It is a cross section explaining the more detailed cross-section configuration of the magnetic disk of this invention.

[Drawing 12] It is a plan explaining the outline of the data storage area of this invention, and a servo data storage area.

[Drawing 13] It is drawing explaining the relation between the slider of this invention, and a magnetic disk.

[Drawing 14] It is drawing explaining change of a flying height [ / near the crevice on the magnetic disk of the slider of this invention ].

[Drawing 15] It is drawing explaining the rate of the data storage area used for the simulation of slider flying-height change of this invention, and a servo data storage area.

[Drawing 16] It is drawing explaining signs that the flying height of a slider changes the segment period of this invention.

[Drawing 17] It is drawing showing the configuration of the transverse plane of the magnetic head of this invention.

[Drawing 18] It is a cross section explaining the configuration of the cross section of the magnetic head of this invention.

[Drawing 19] It is a perspective diagram explaining the configuration of the arm of this invention.

- [Drawing 20] It is a cross section explaining the configuration of the ball bearing of drawing 19 .
- [Drawing 21] It is the block diagram showing the configuration of the circuit which amends the time-base error of the clock signal of this invention.
- [Drawing 22] It is drawing explaining actuation of eccentricity.
- [Drawing 23] It is property drawing explaining change of the phase of the PLL clock to a disk clock.
- [Drawing 24] It is the block diagram showing the configuration of other circuits which amend the time-base error of the clock of this invention.
- [Drawing 25] It is drawing explaining the relation between a clock mark and eccentricity.
- [Drawing 26] It is the block diagram showing the configuration of the eccentricity test section 50-25 of drawing 21 .
- [Drawing 27] It is drawing explaining the time interval of a clock mark regenerative signal.
- [Drawing 28] It is drawing explaining change of clock time interval counted value.
- [Drawing 29] It is drawing explaining eccentricity.
- [Drawing 30] It is the block diagram showing other examples of a configuration of the eccentricity test section 50-25 of drawing 21 .
- [Drawing 31] In the example of drawing 30 , it is drawing explaining the time interval of a clock mark regenerative signal.
- [Drawing 32] In the example of drawing 30 , it is drawing explaining change of a clock time interval.
- [Drawing 33] In the example of drawing 30 , it is drawing explaining eccentricity.
- [Drawing 34] It is the block diagram showing the example of a configuration of the tracking servo circuit of this invention.
- [Drawing 35] It is drawing explaining the transfer characteristics of the example of drawing 34 .
- [Drawing 36] It is drawing explaining the disturbance oppression gain by the closed loop in the example of drawing 34 .
- [Drawing 37] It is drawing explaining the appearance disturbance oppression gain in the example of drawing 34 .
- [Drawing 38] It is the block diagram showing the configuration of the circuit which judges the off-track of this invention.
- [Drawing 39] It is a flow chart explaining actuation of the example of drawing 38 .
- [Drawing 40] It is drawing explaining the response waveform at the time of impressing the shock of 10G or 100G.
- [Drawing 41] It is the enlarged view of the response waveform immediately after carrying out the seal of approval of the shock of 100G.
- [Drawing 42] It is drawing explaining the migration locus of the arm head at the time of impressing the shock of 100G.
- [Drawing 43] It is drawing explaining the response waveform at the time of impressing the shock of 100G with a noise.
- [Drawing 44] It is drawing explaining the condition of the pass in Viterbi decoding.
- [Drawing 45] It is a block diagram explaining the example of a configuration of the Viterbi decoder circuit.
- [Drawing 46] It is a timing chart explaining actuation of the example of drawing 45 .
- [Drawing 47] It is a block diagram explaining the example of a configuration of RAM 80-18 of drawing 45 .
- [Drawing 48] It is a timing chart explaining actuation of the example of drawing 47 .
- [Drawing 49] It is a block diagram explaining the configuration of the circuit in the case of performing the Viterbi decoding and the CRC operation of this invention to coincidence.
- [Drawing 50] It is a timing chart explaining actuation of the example of drawing 49 .
- [Drawing 51] It is the block diagram showing the configuration of the record circuit of this invention.
- [Drawing 52] It is a timing chart explaining actuation of the example of drawing 51 .
- [Drawing 53] It is the block diagram showing the configuration of the time delay control circuit 90-20 of drawing 51 .

[Drawing 54] It is the block diagram showing the configuration of the pulse delay circuit 90-30 of drawing 51 .

[Drawing 55] It is the block diagram showing other examples of a configuration of the time delay control circuit 90-20 of drawing 51 .

[Drawing 56] It is drawing showing the record format of the magnetic disk which applied this invention.

[Drawing 57] It is the block diagram showing the configuration of the record circuit of this invention in the case of using the example of drawing 56 .

[Drawing 58] It is a timing chart explaining actuation of the example of drawing 57 .

[Drawing 59] It is the decomposition perspective diagram showing the assembly condition of the case of this invention, and internal components.

[Drawing 60] It is the perspective diagram showing the configuration of the case of this invention.

[Drawing 61] It is the cross section showing the cross-section configuration of the example of drawing 60 .

[Drawing 62] It is the perspective diagram showing the configuration of other examples of the case of this invention.

[Drawing 63] It is the cross section showing the cross-section configuration of the example of drawing 62 .

[Drawing 64] It is the perspective diagram showing the configuration of the conventional case.

[Description of Notations]

10-1 Motor Section

10-2 Magnetic-Disk Section

10-3 Recording Head Section

10-4 Reproducing-Head Section

10-5 Arm Section

10-6 Clock-Signal-Generation-Section

10-7 Tracking Servo Section

10-8 Playback Section

10-9 Records Department

10-10 Case Section

20-10 Truck

20-11 Clock Mark

20-12, 20-12-1, 20-12-2, 20-13, 20-13-1, 20-13-2 Wobble DOMAKU

20-20 Guard Band

20-30 Reproducing Head

20-31 Recording Head

20-40 Servo Data Storage Area

20-41, 20-41D Data storage area

20-41H ID record section

20-71 Gray Code

20-72 Unique Pattern

20-73 Home Index

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

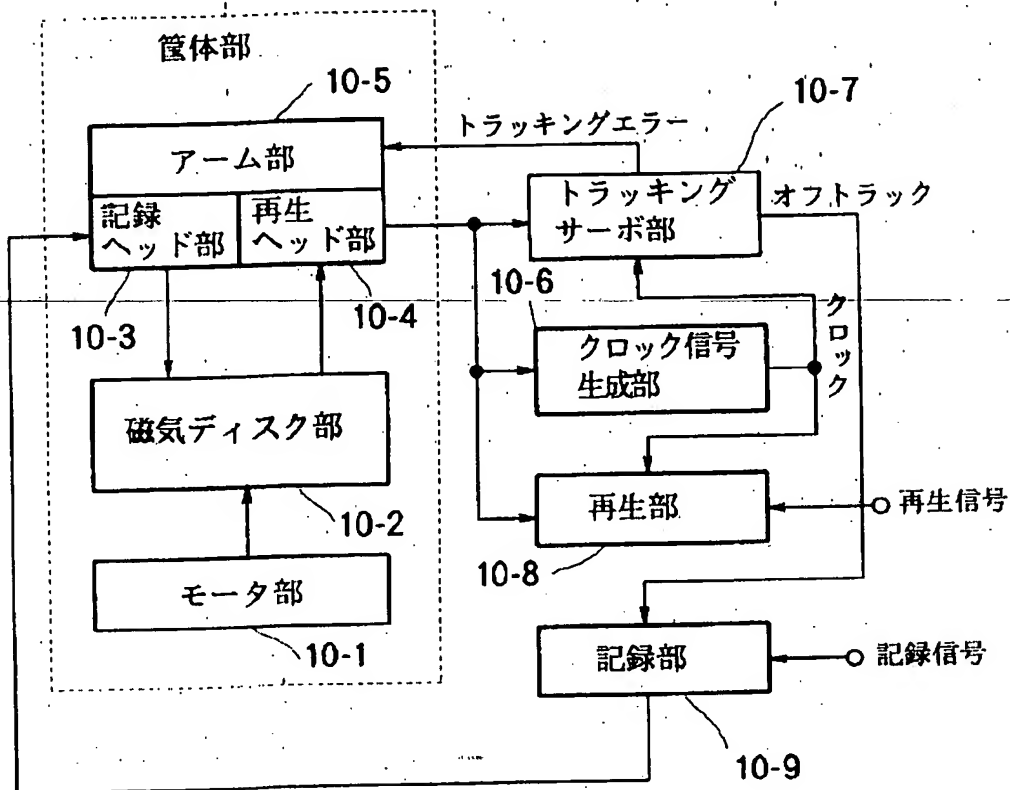
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

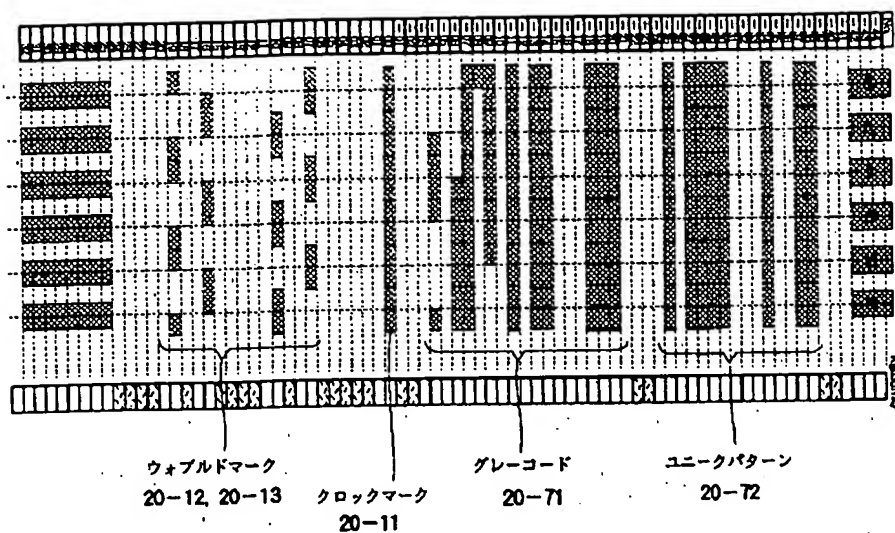
[Drawing 1]

10-10

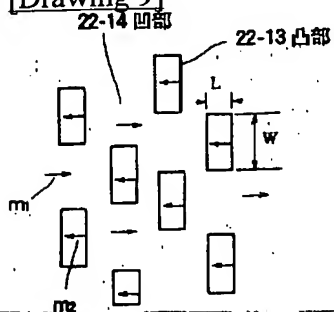


[Drawing 3]

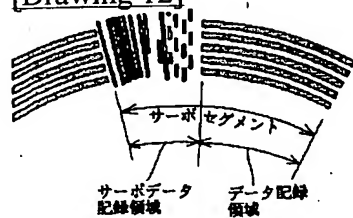




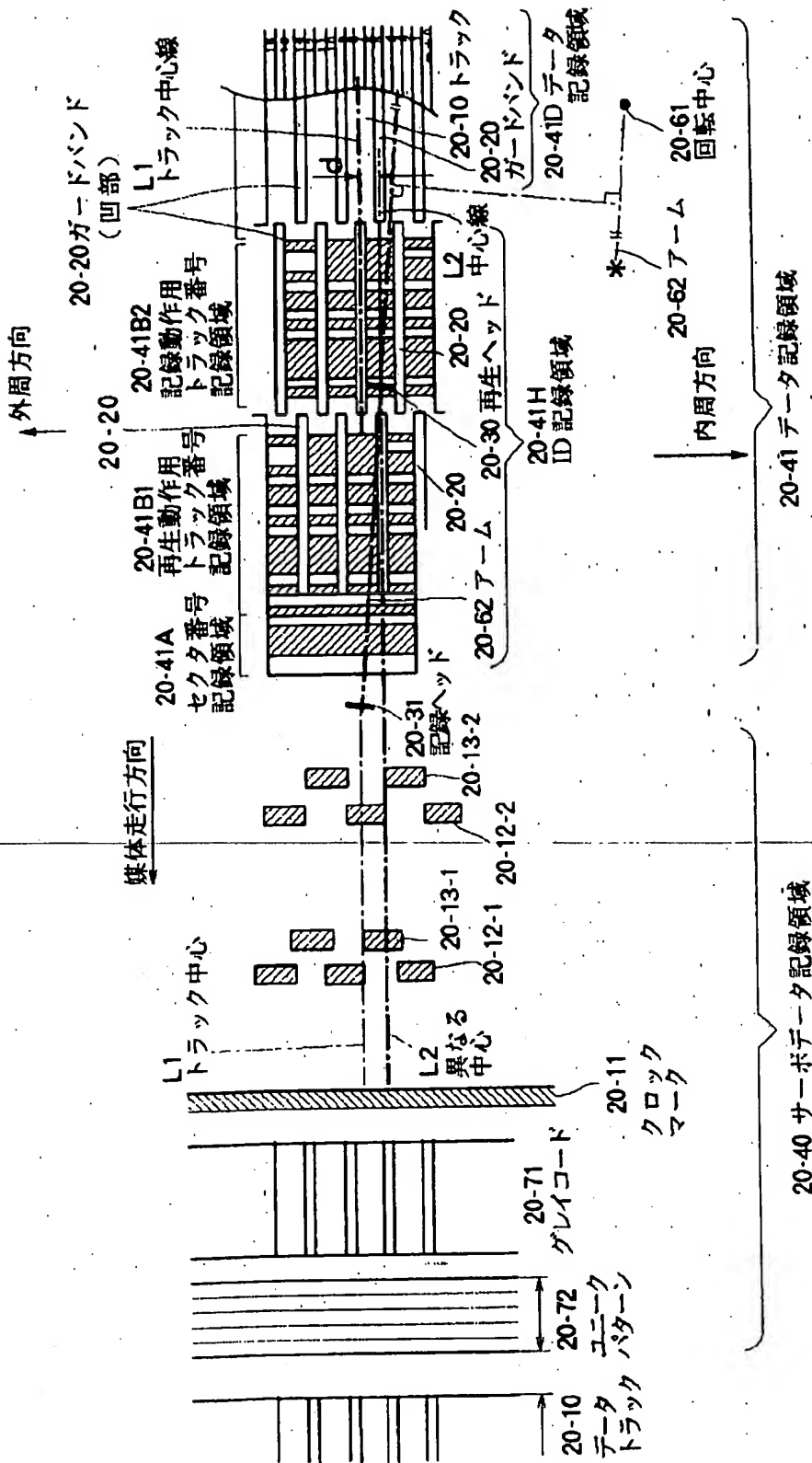
[Drawing 9]



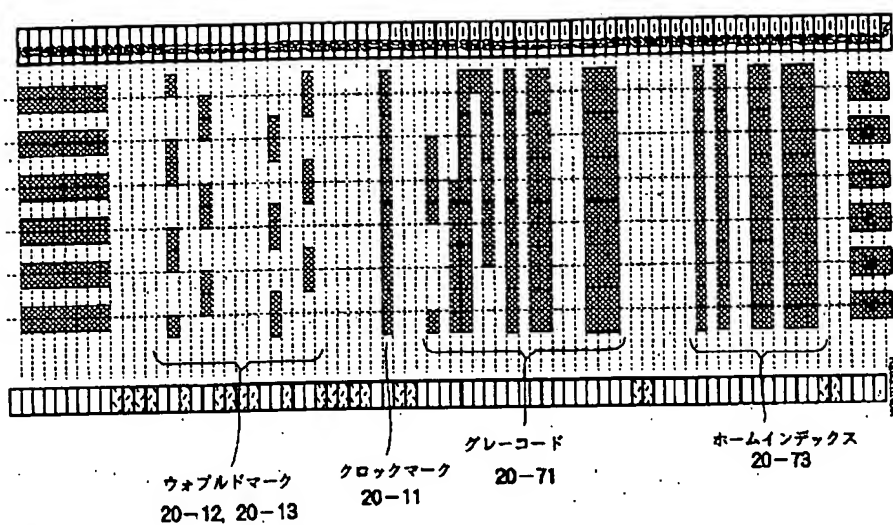
[Drawing 12]



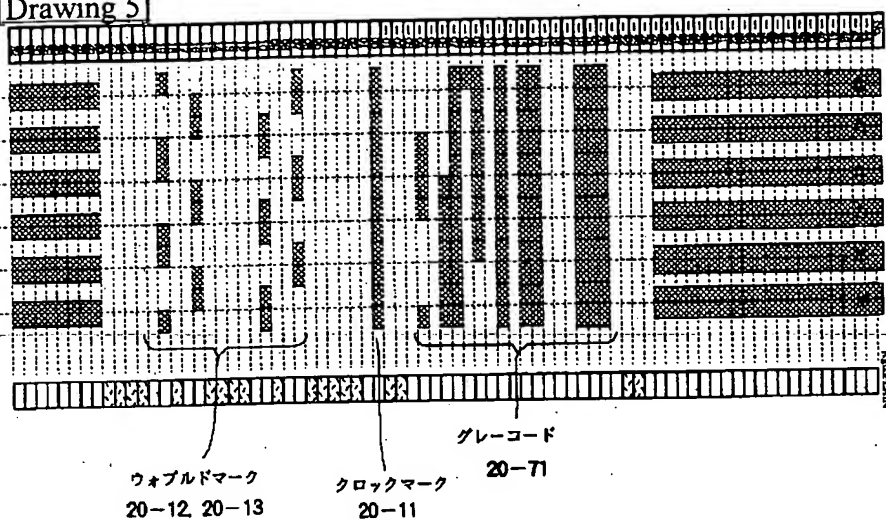
[Drawing 2]



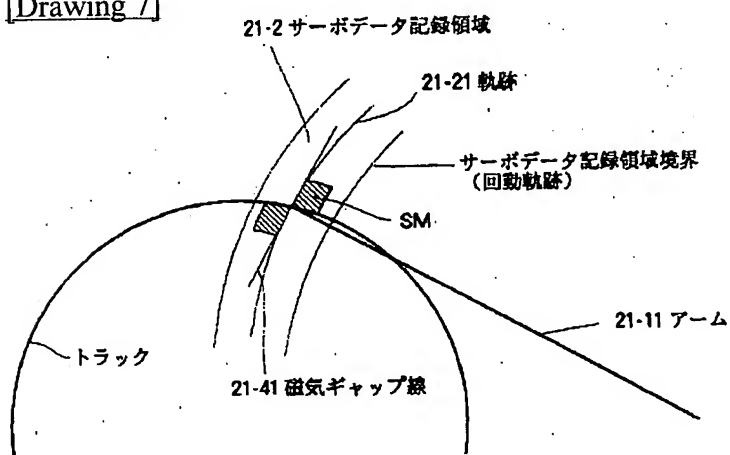
[Drawing 4]



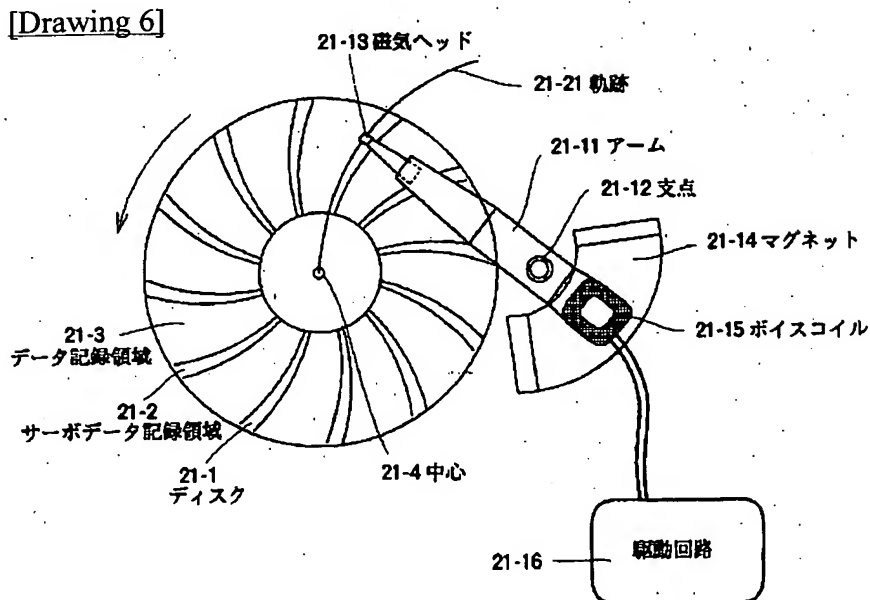
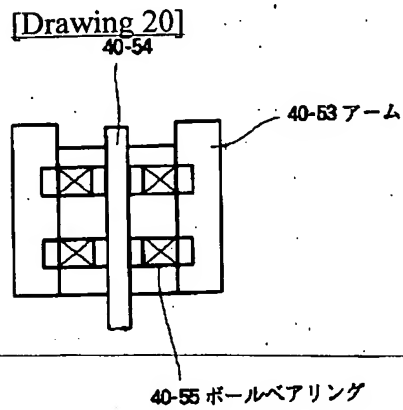
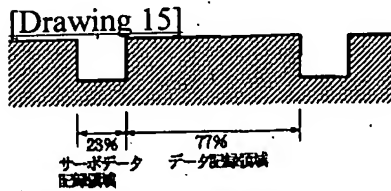
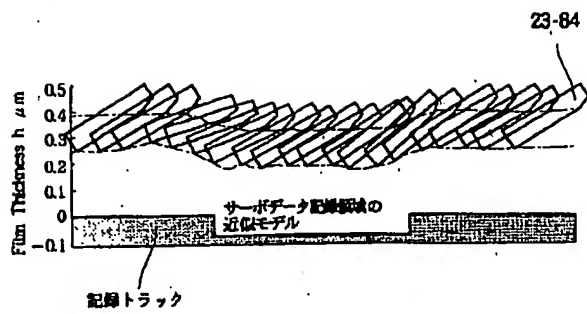
[Drawing 5]



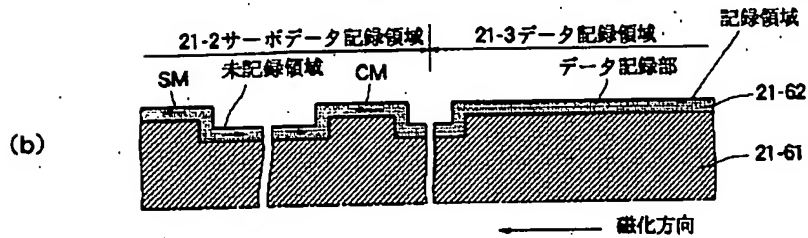
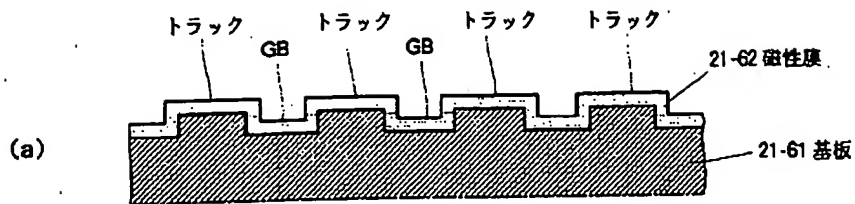
[Drawing 7]



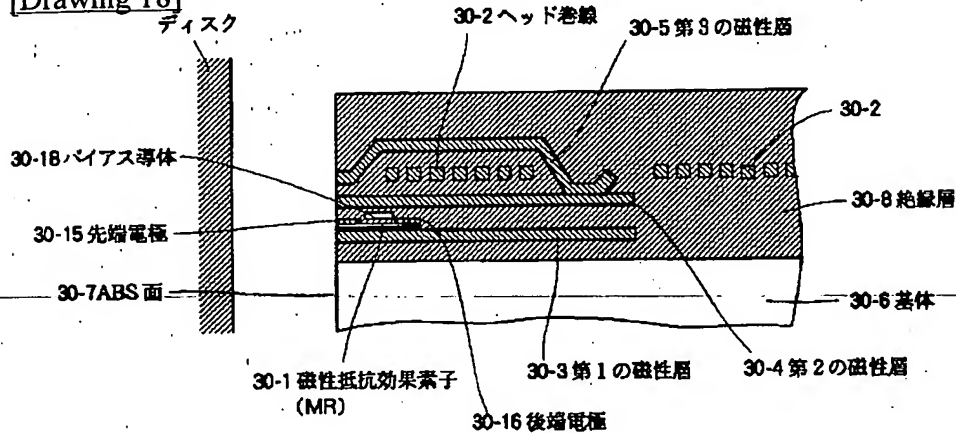
[Drawing 14]



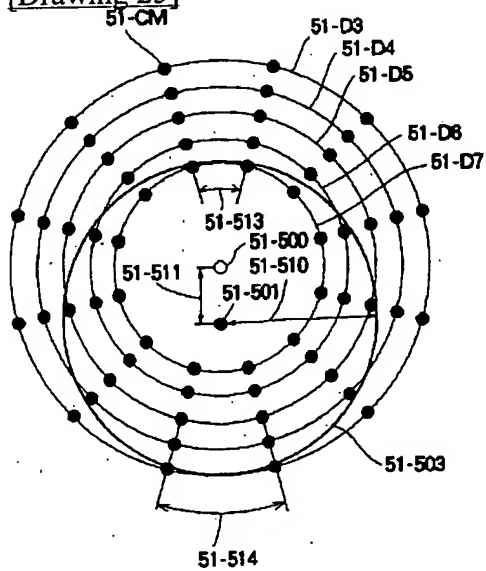
[Drawing 8]



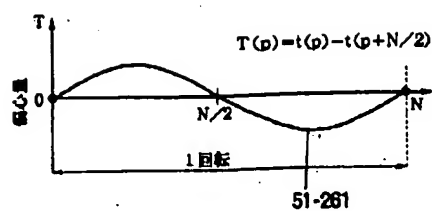
[Drawing 18]



[Drawing 25]

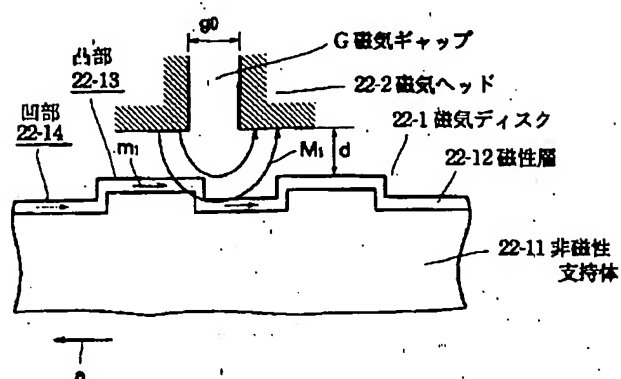


[Drawing 29]

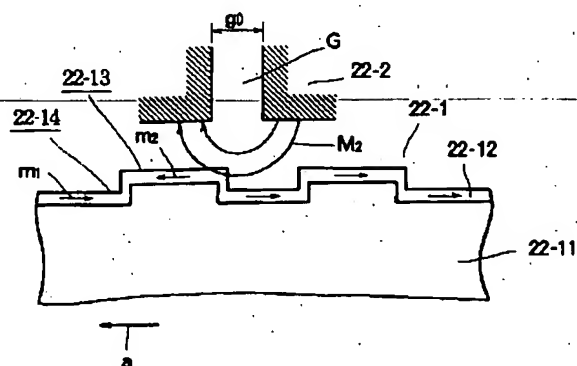


[Drawing 10]

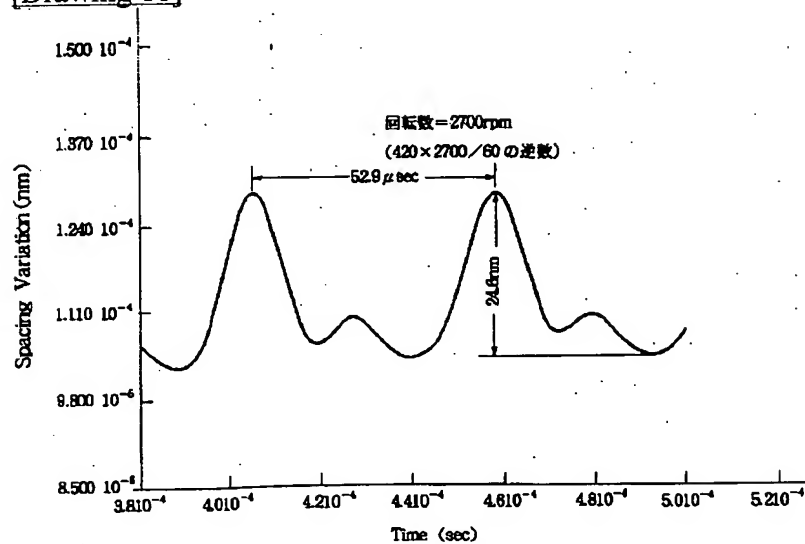
(a)



(b)

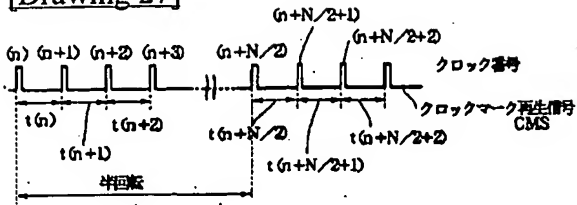


[Drawing 16]

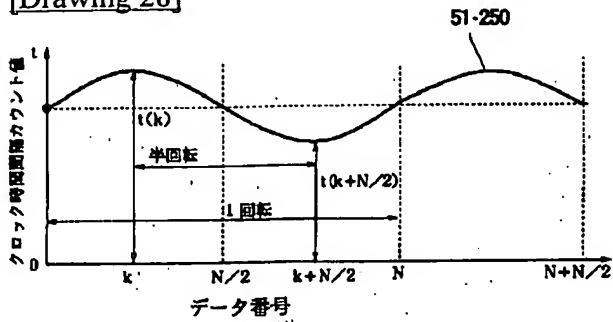




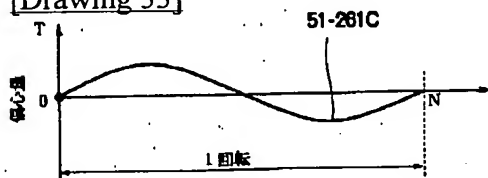
[Drawing 27]



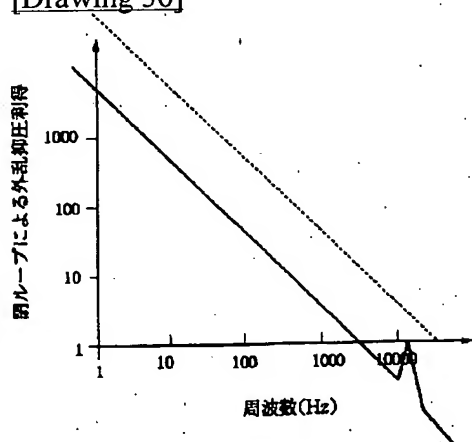
[Drawing 28]



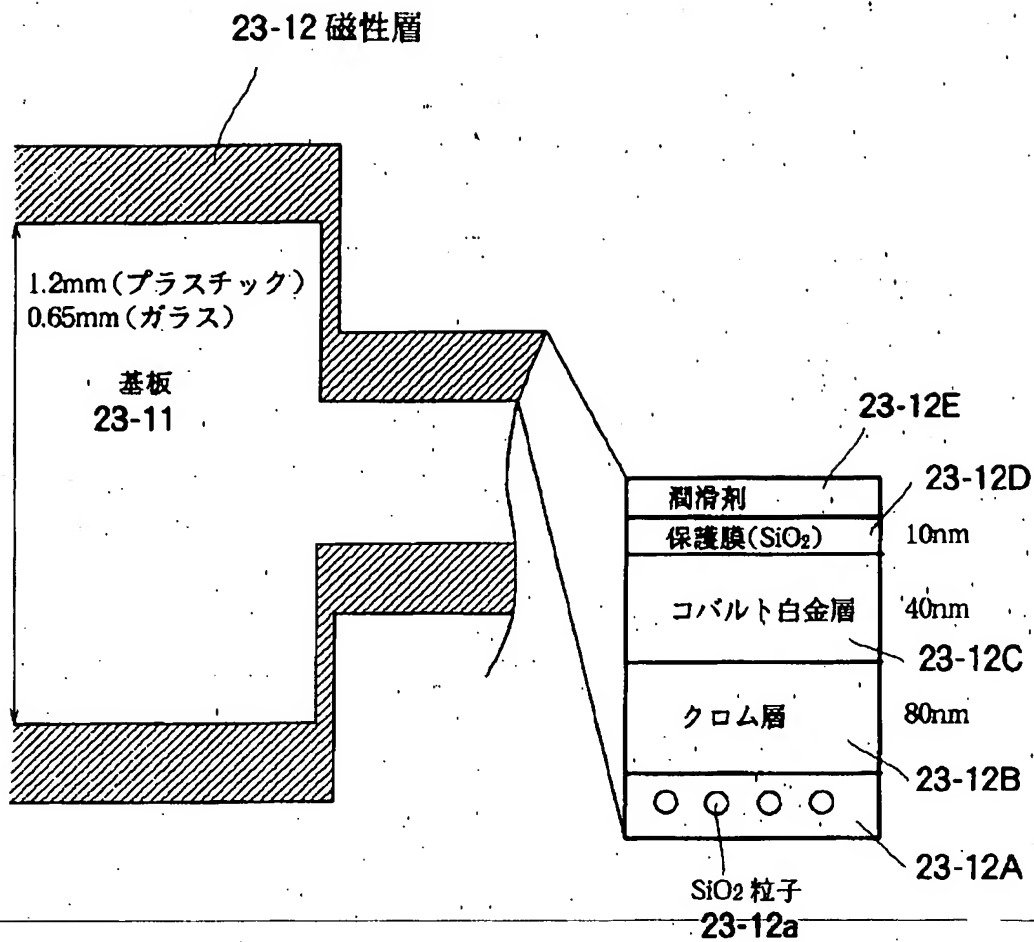
[Drawing 33]



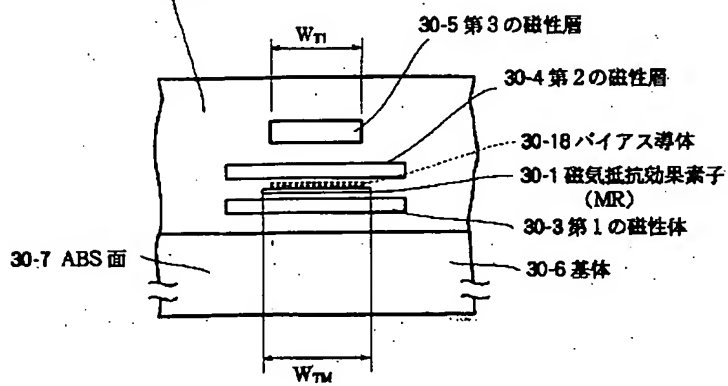
[Drawing 36]



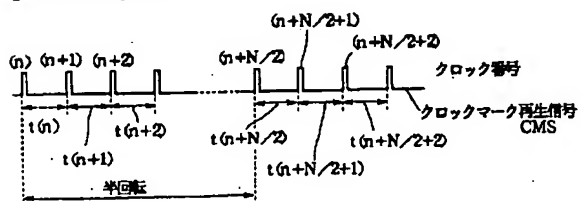
[Drawing 11]



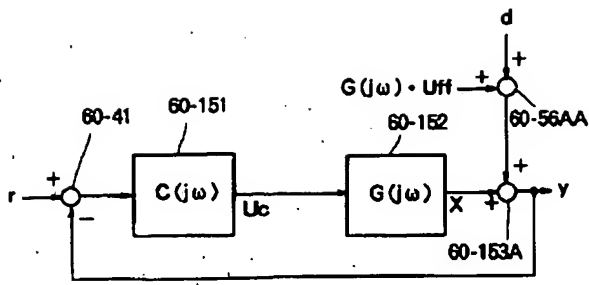
[Drawing 17]  
30-8 絶縁層



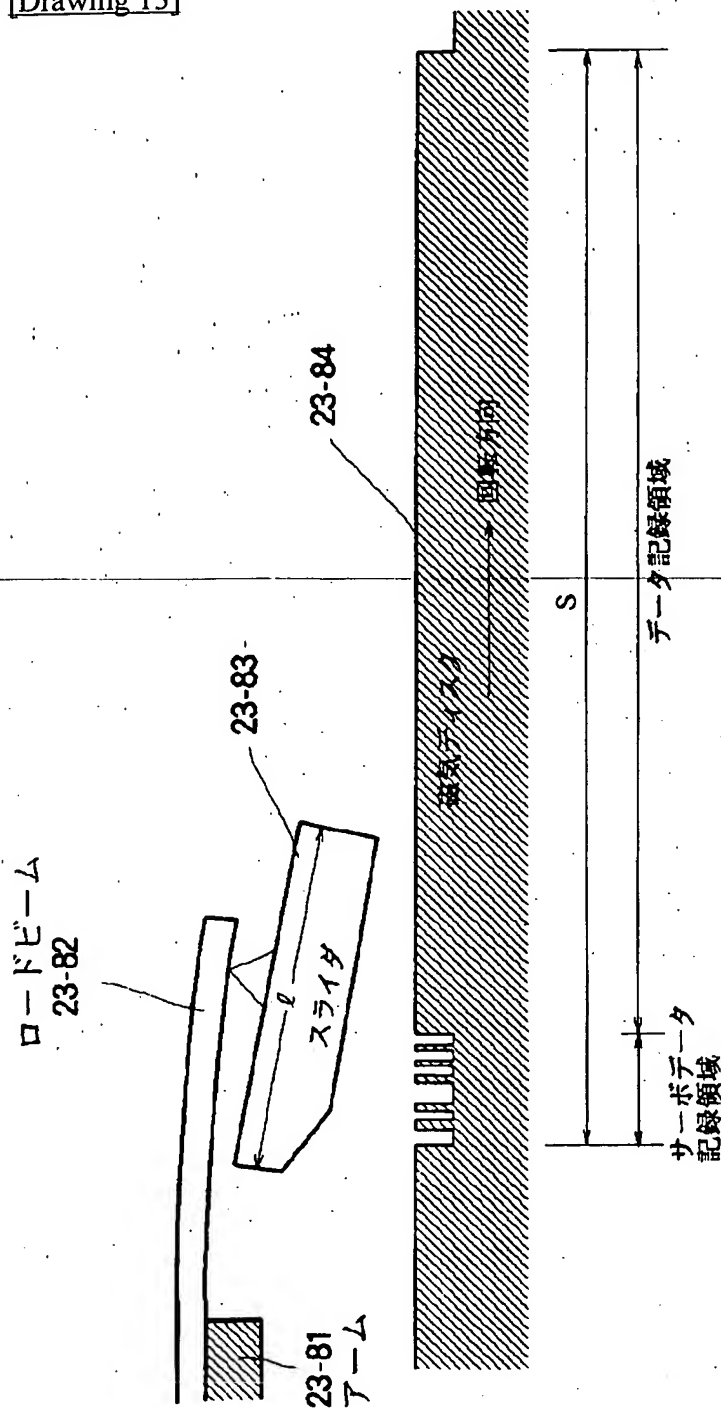
[Drawing 31]



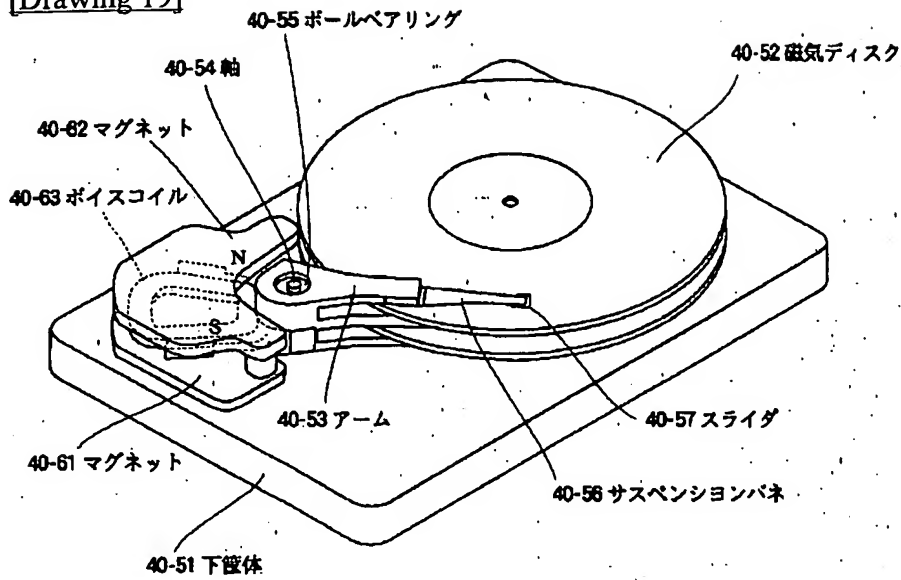
[Drawing 35]



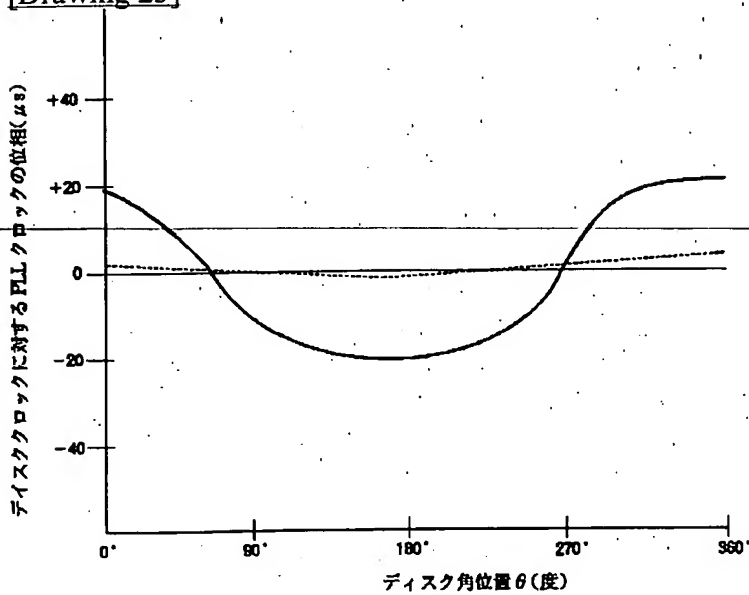
[Drawing 13]



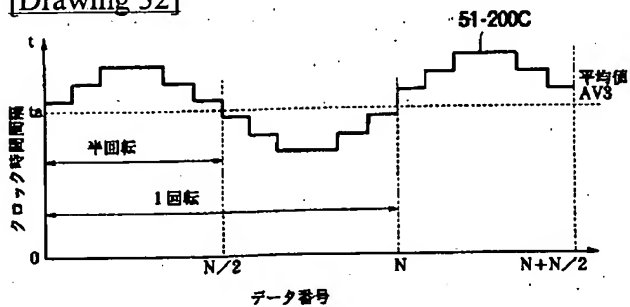
[Drawing 19]



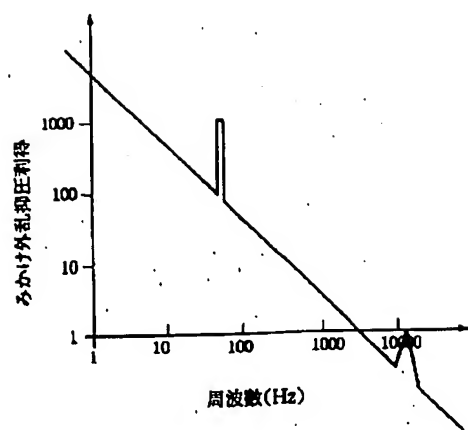
[Drawing 23]



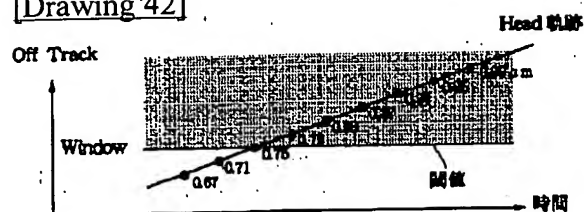
[Drawing 32]



[Drawing 37]

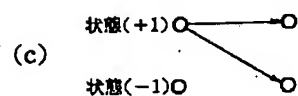
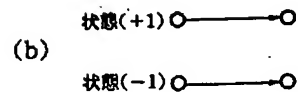
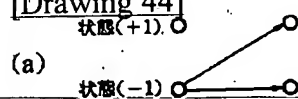


[Drawing 42]

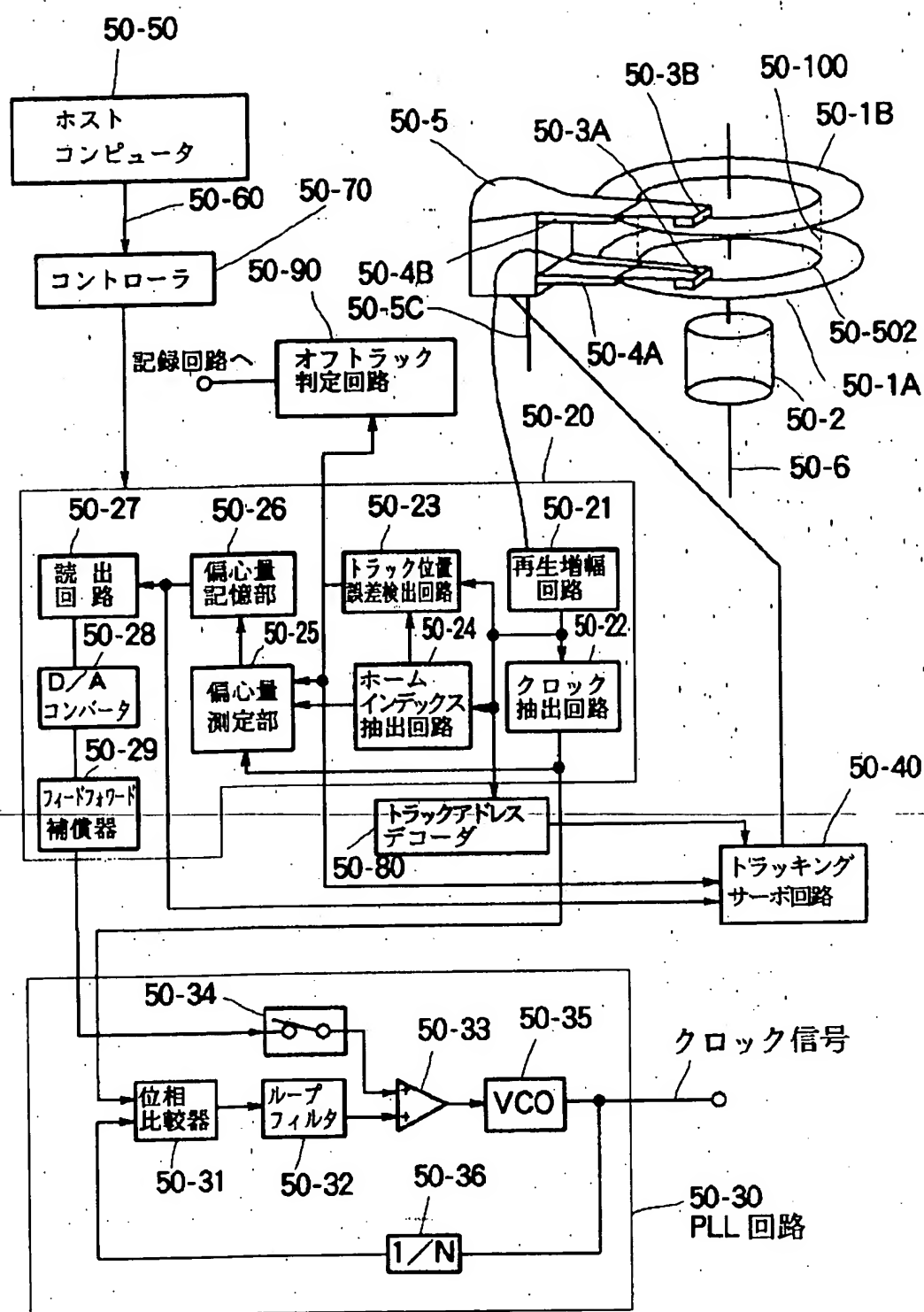


100G Shock 時の head 軌跡(最悪 Case)

[Drawing 44]



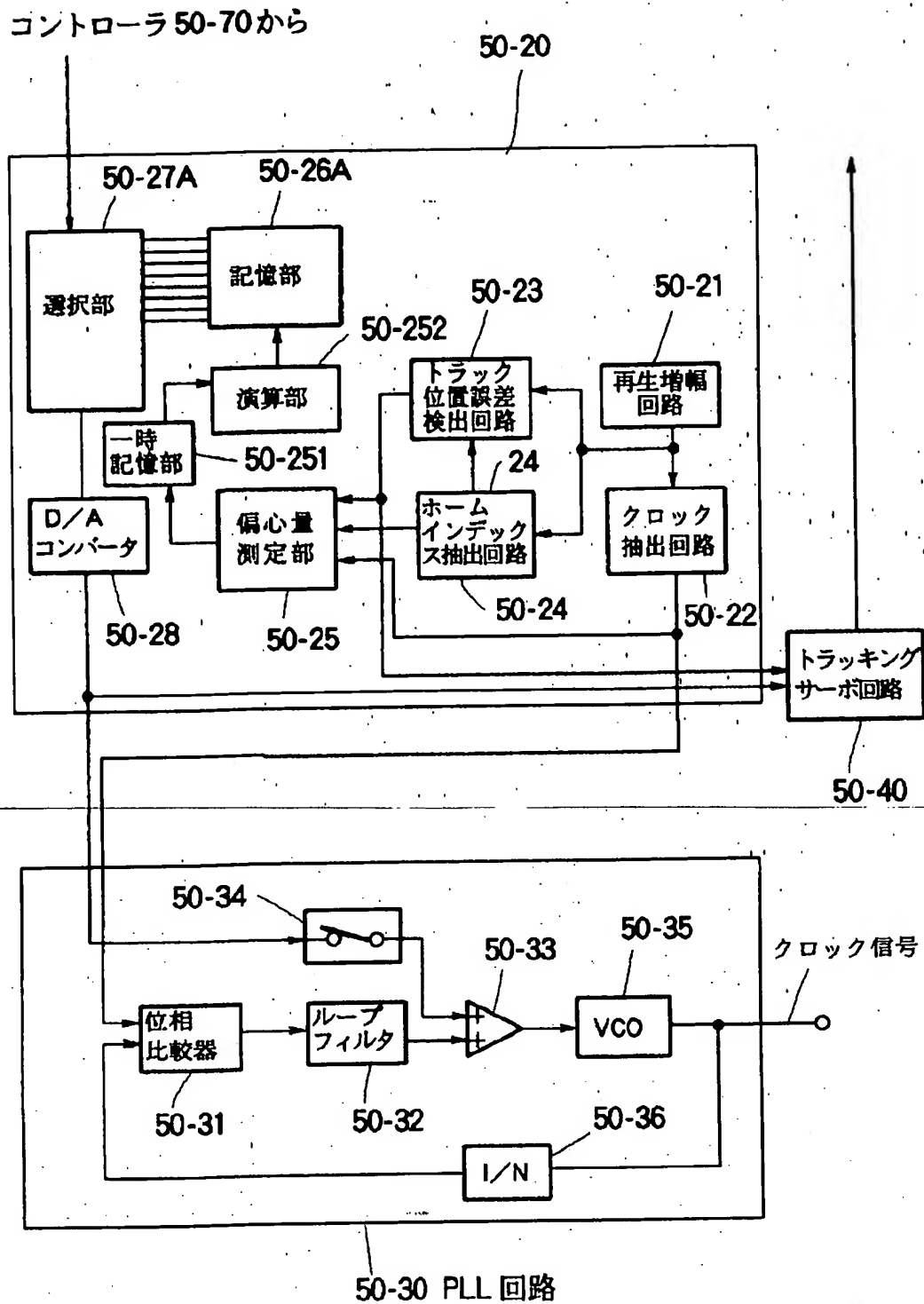
[Drawing 21]



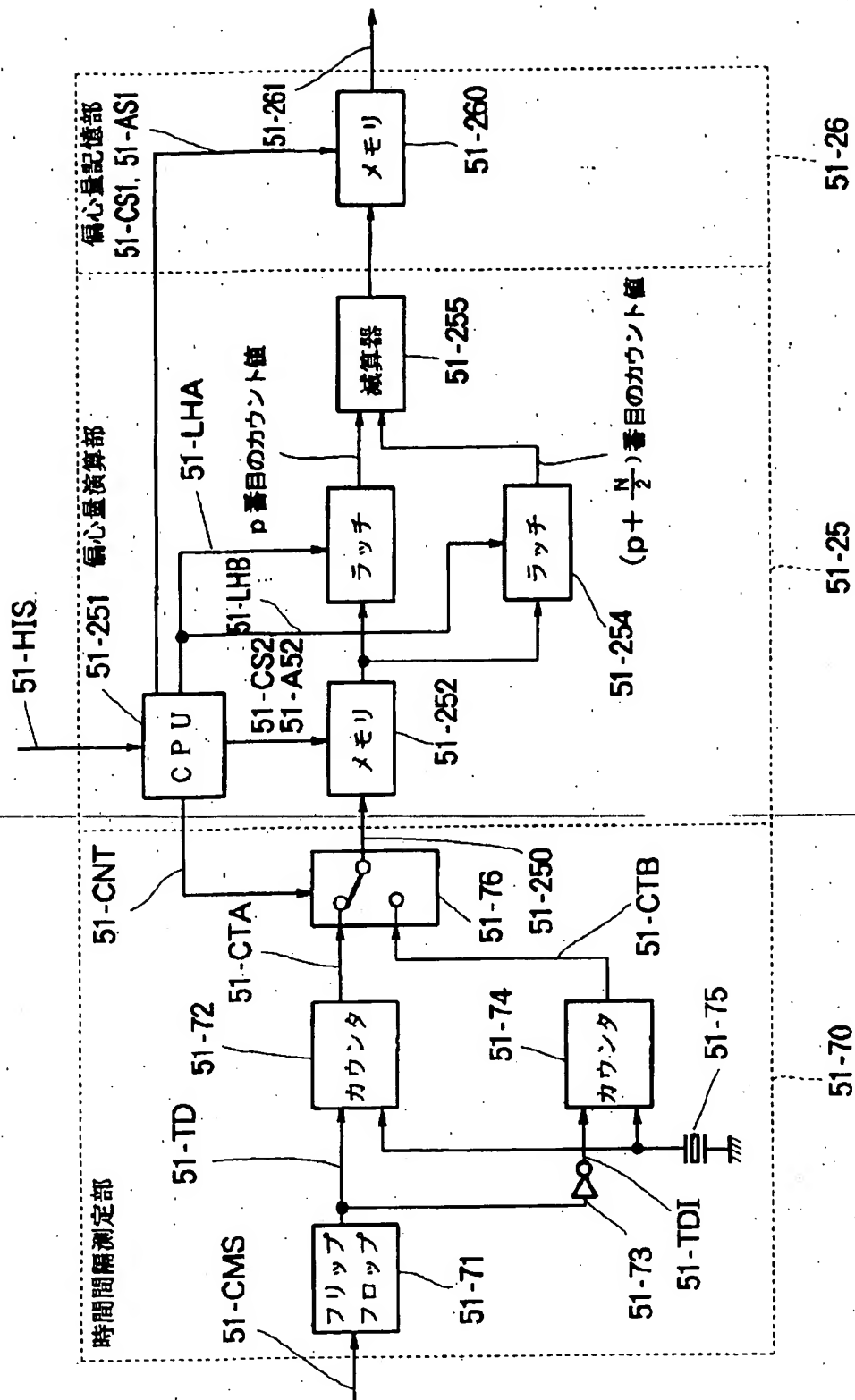
[Drawing 22]



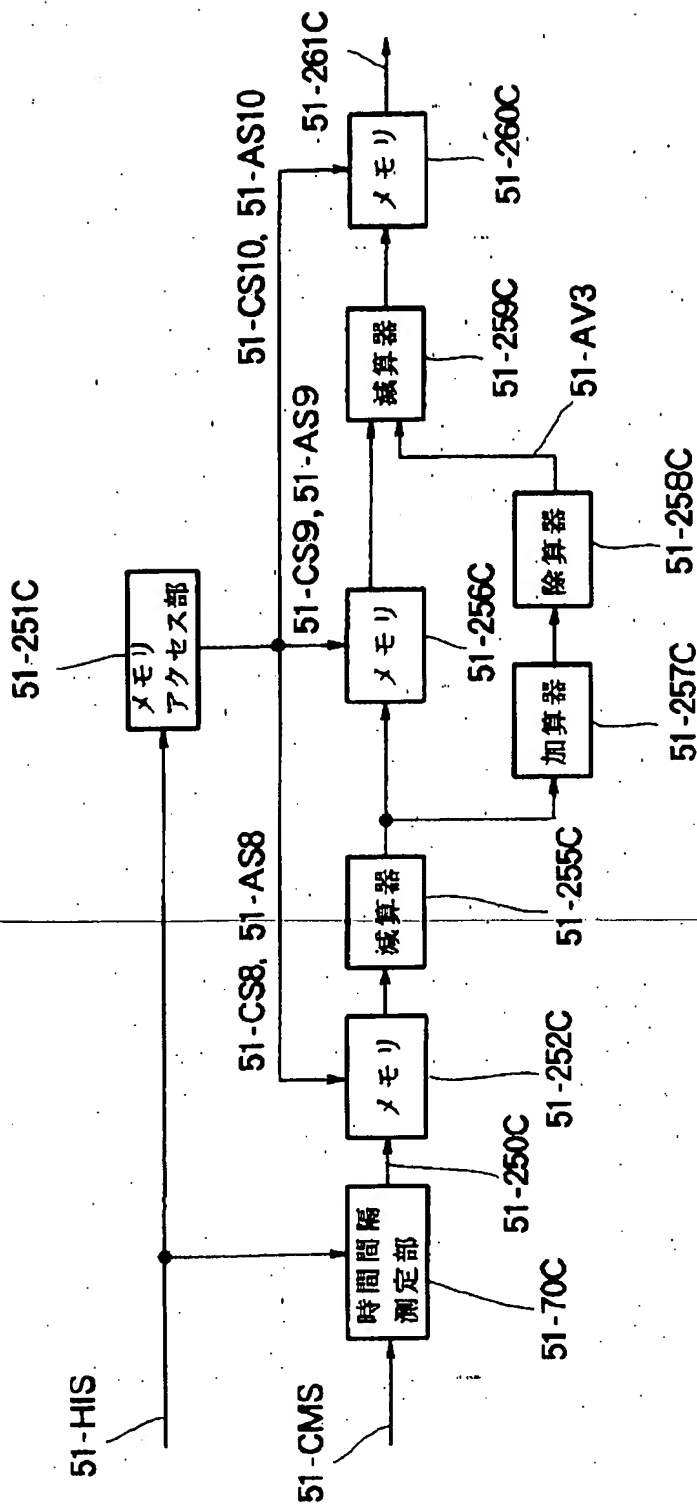




[Drawing 26]

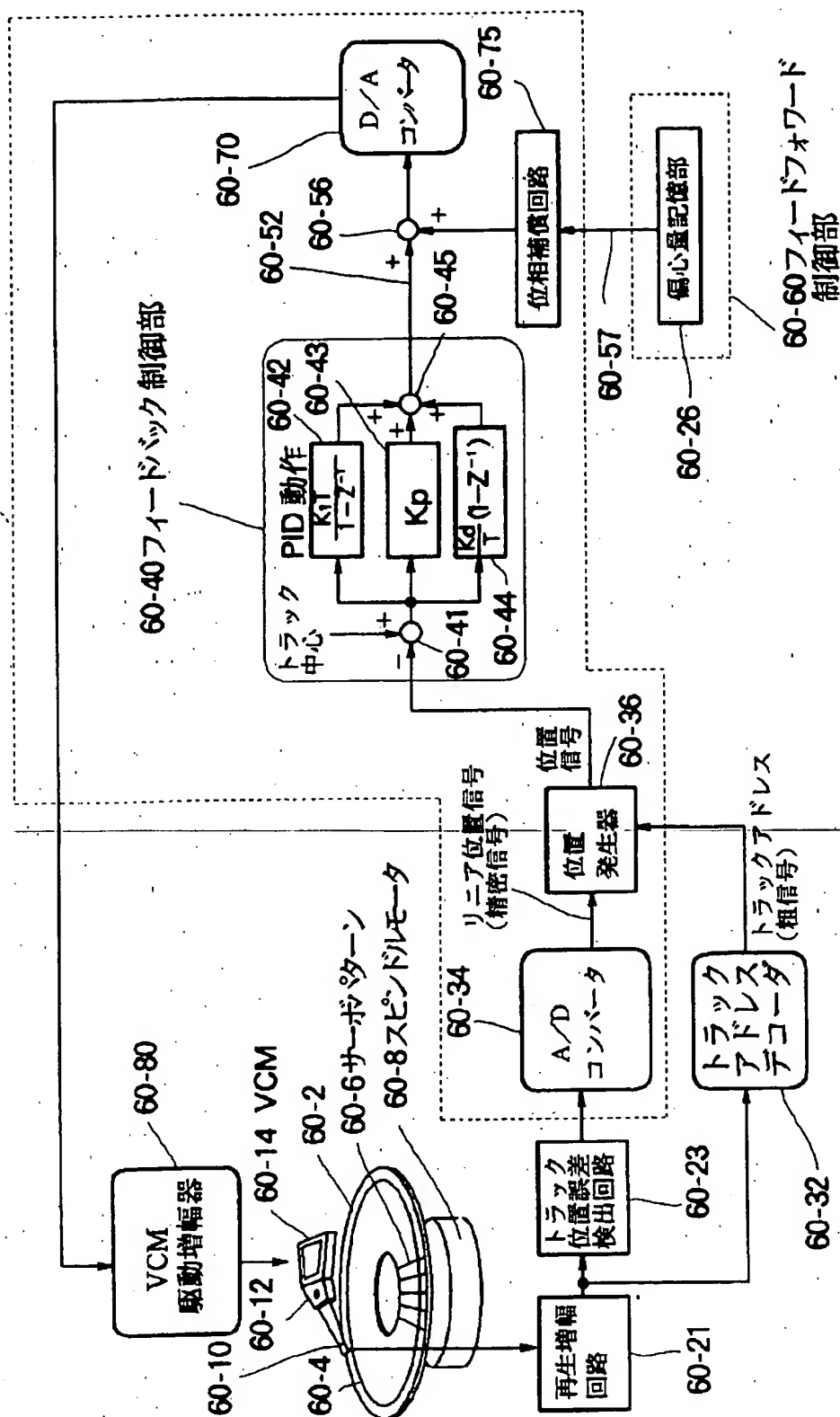


[Drawing 30]

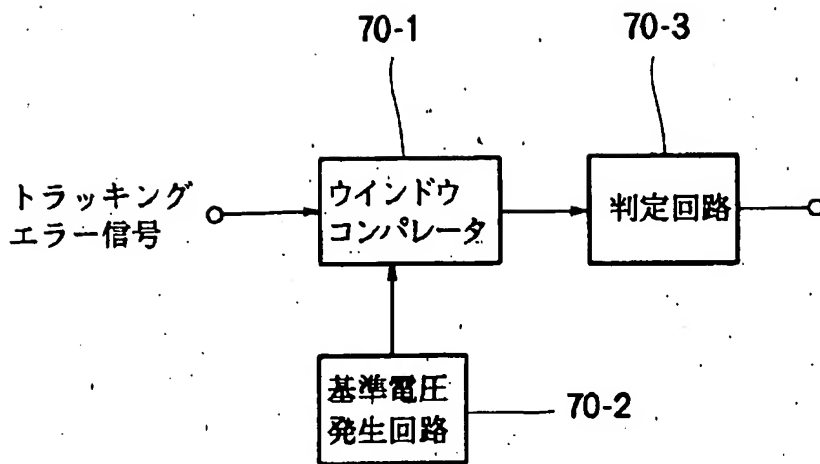


[Drawing 34]

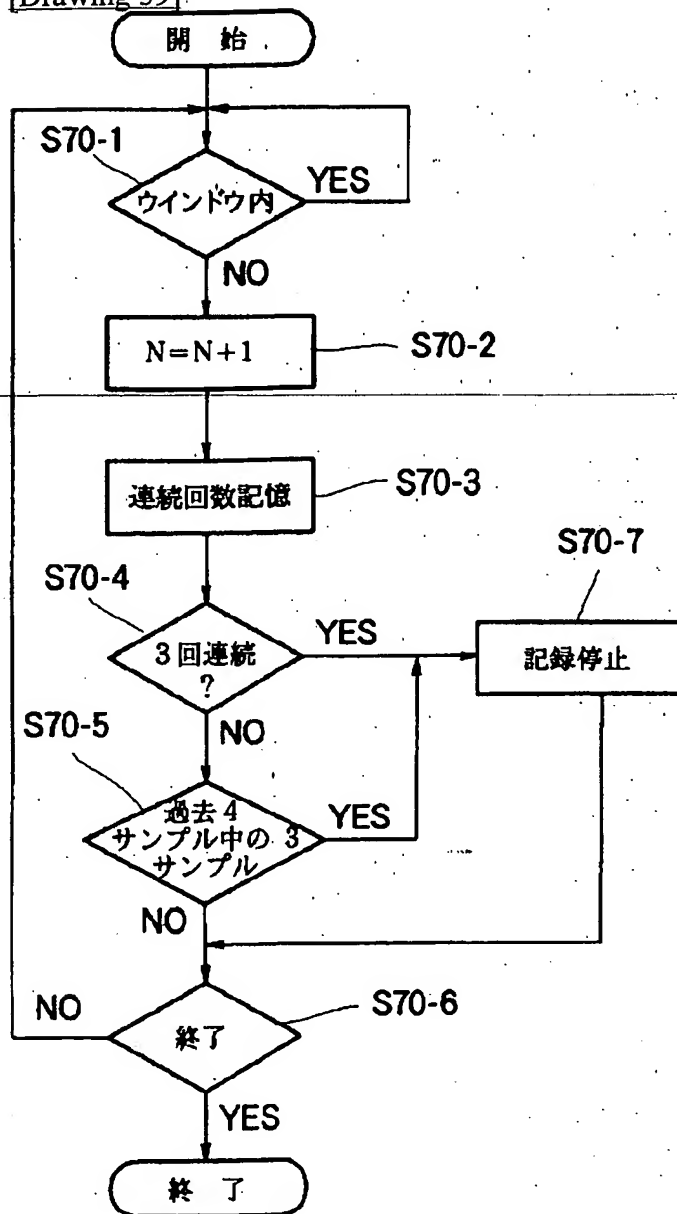
60-90 トラッキングサーボ回路



[Drawing 38]



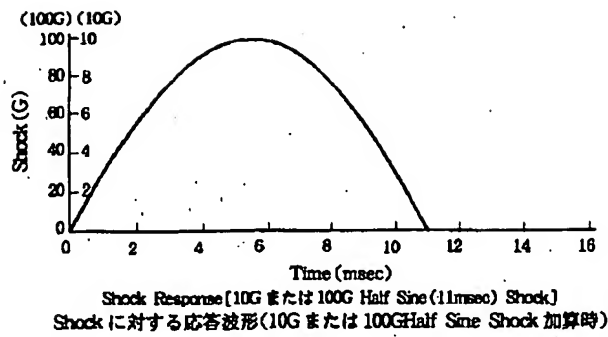
[Drawing 39]



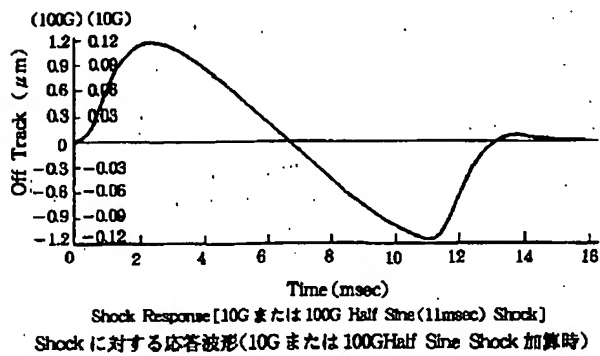
[Drawing 40]



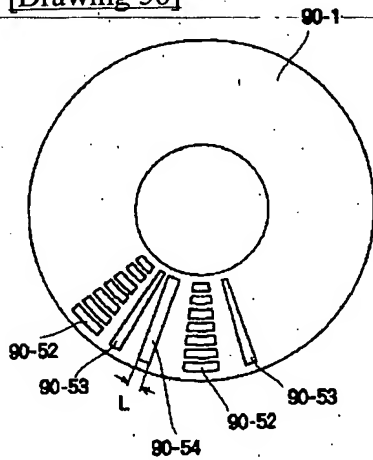
(a)



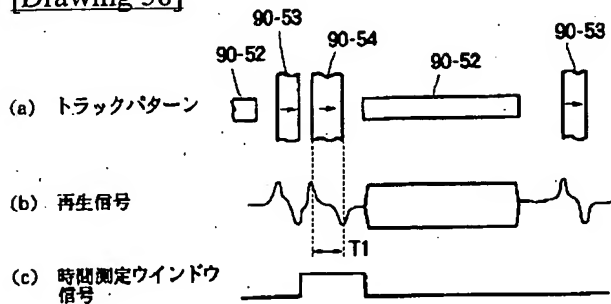
(b)



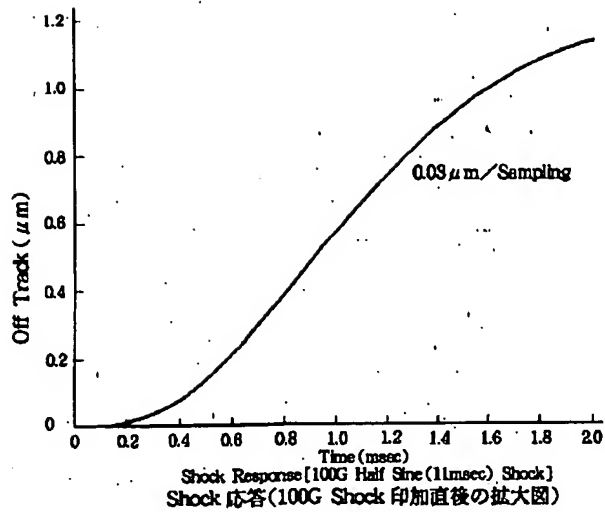
[Drawing 56]



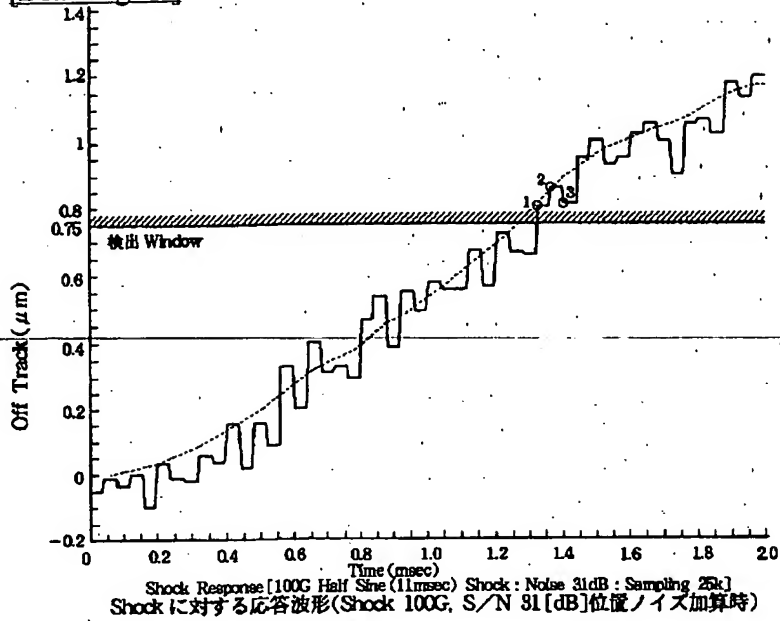
[Drawing 58]



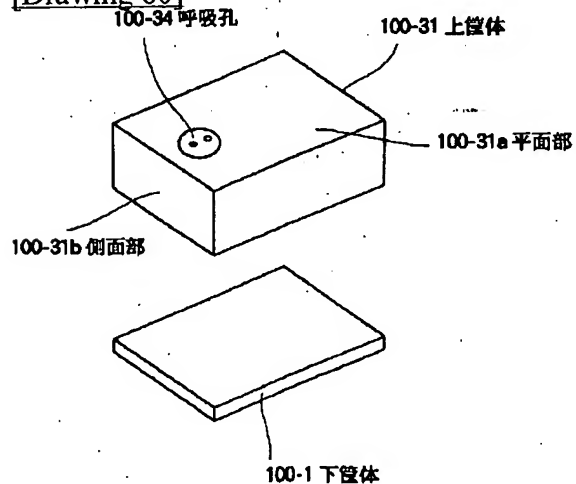
[Drawing 41]



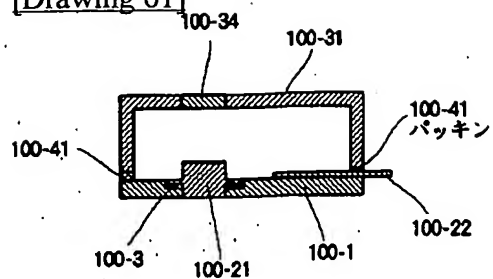
[Drawing 43]



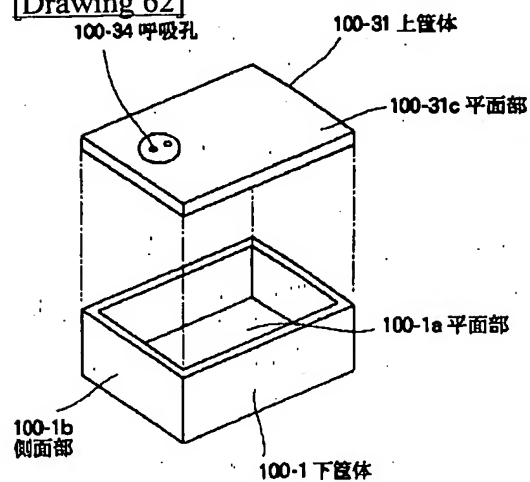
[Drawing 60]



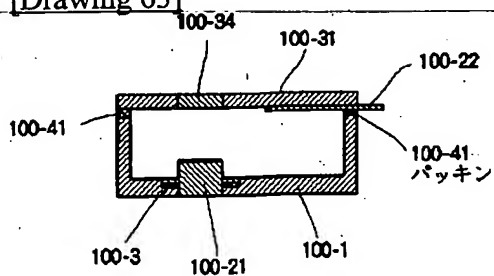
[Drawing 61]



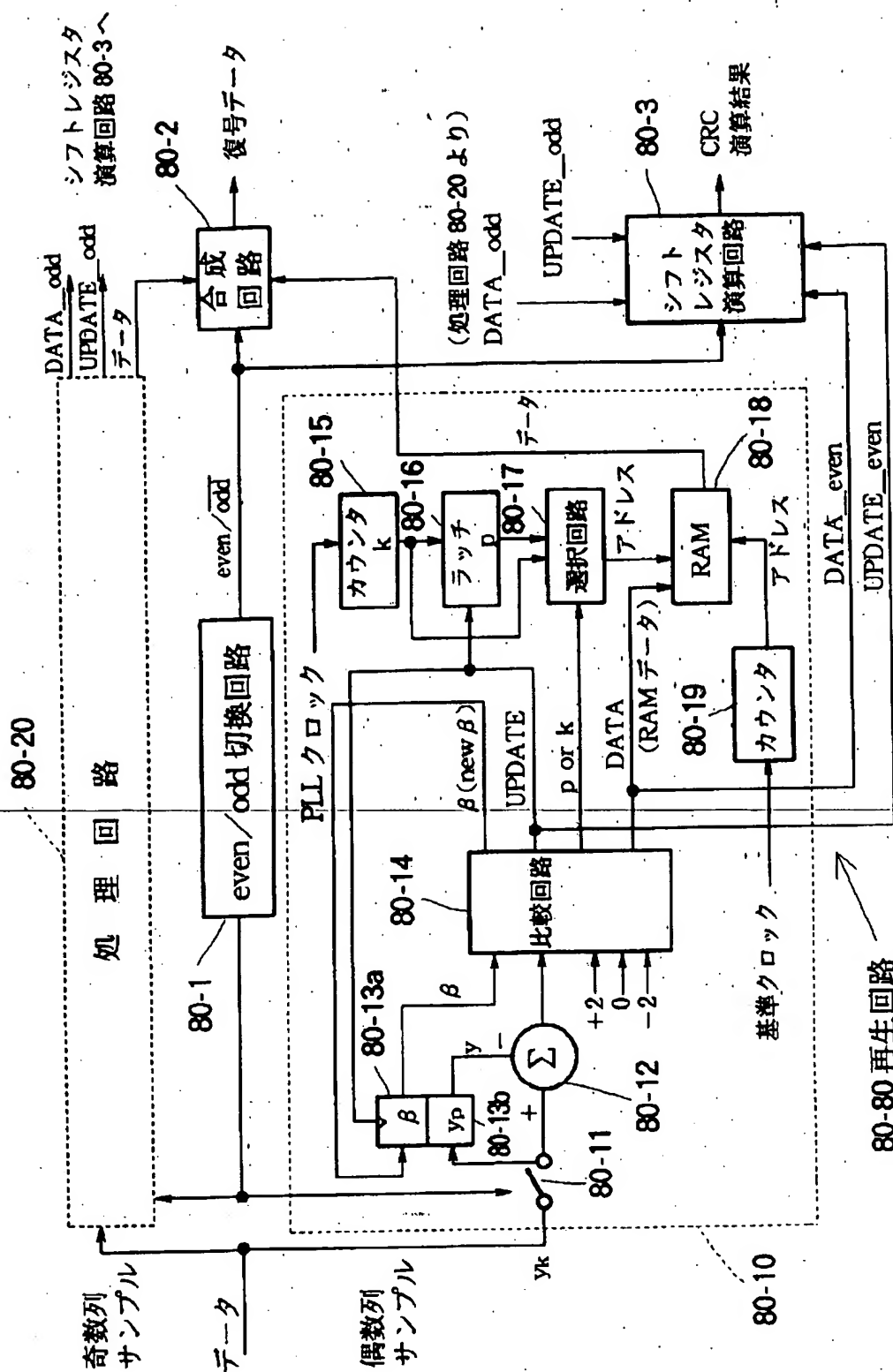
[Drawing 62]



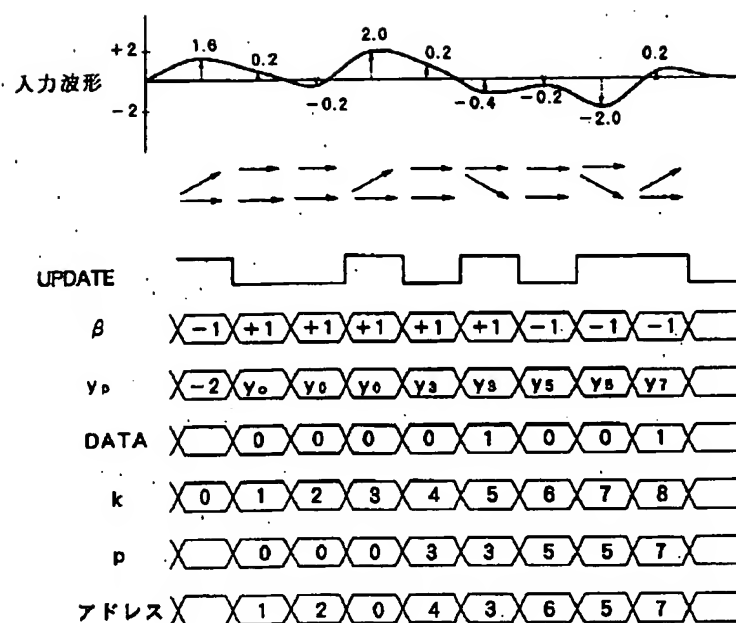
[Drawing 63]



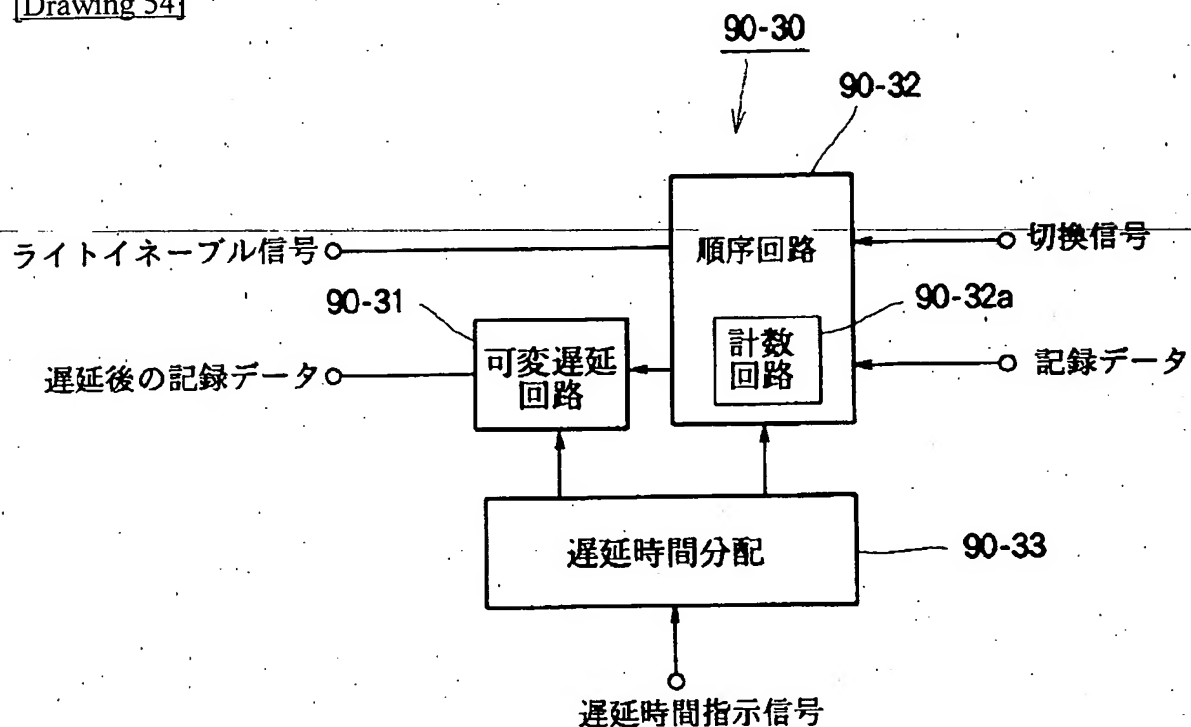
[Drawing 45]



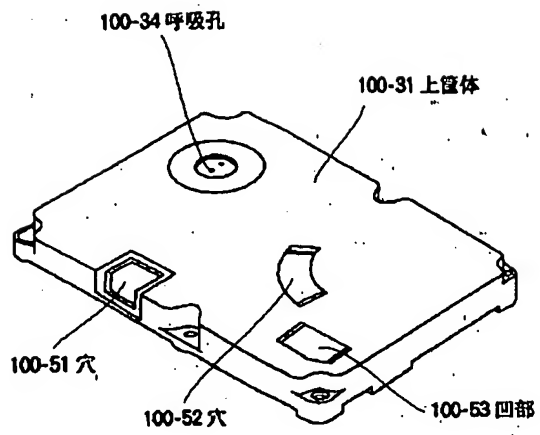
[Drawing 46]



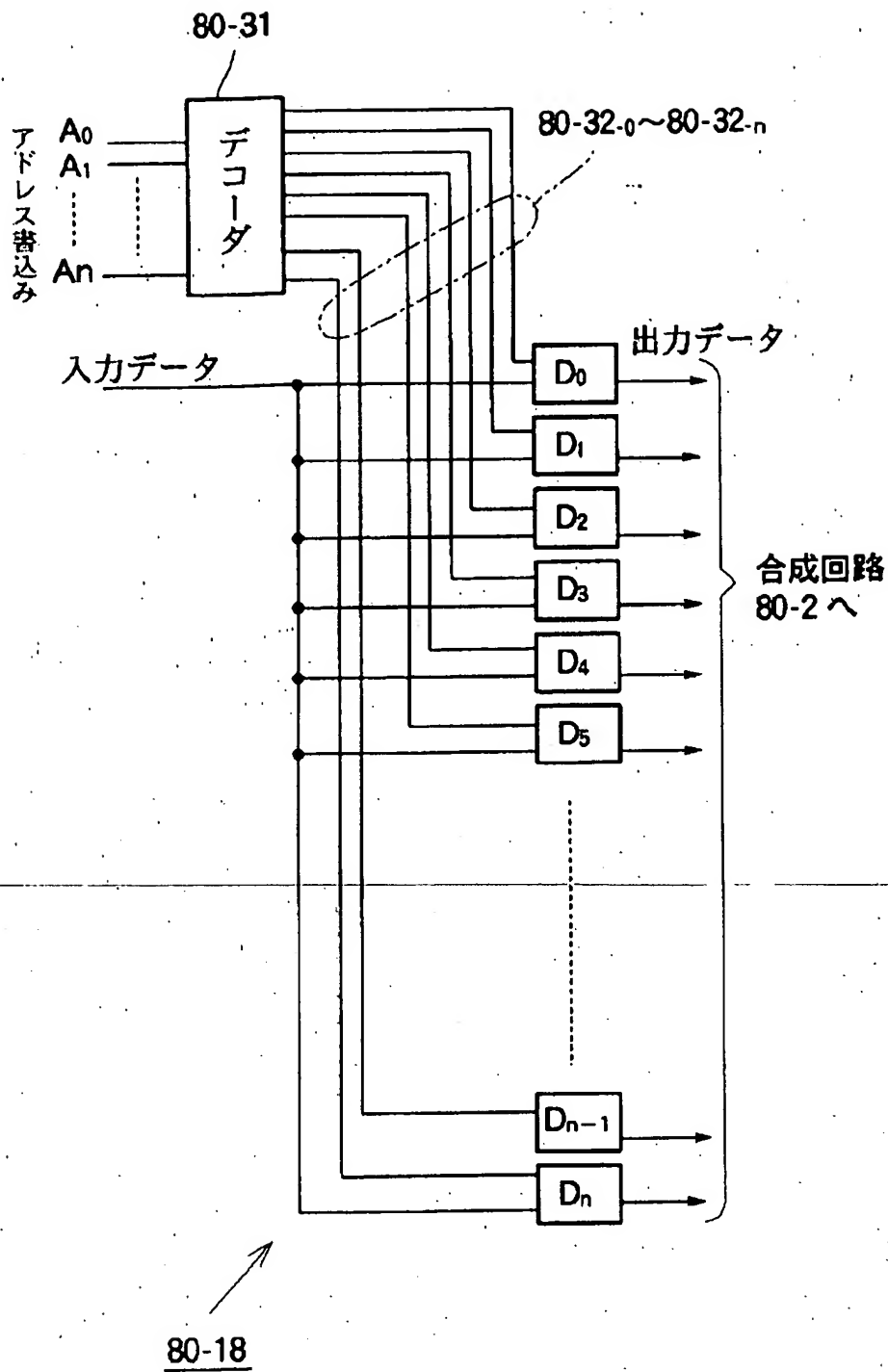
[Drawing 54]



[Drawing 64]



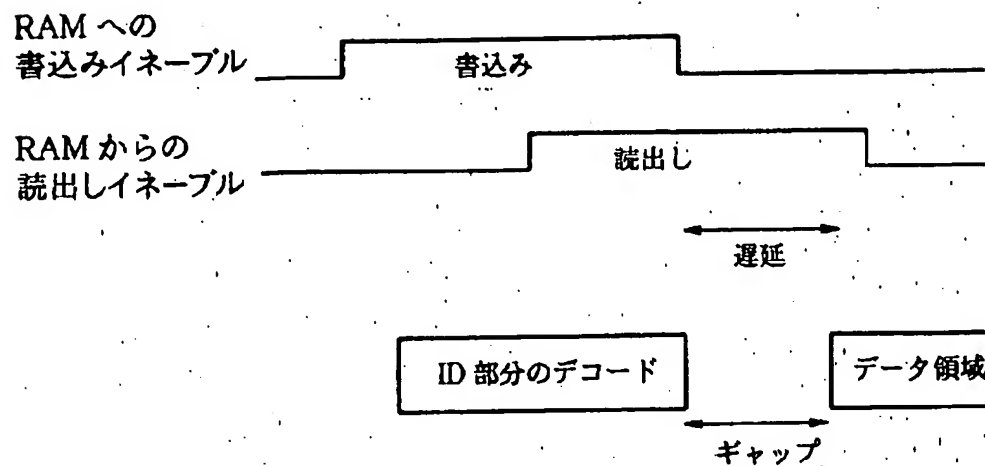
[Drawing 47]



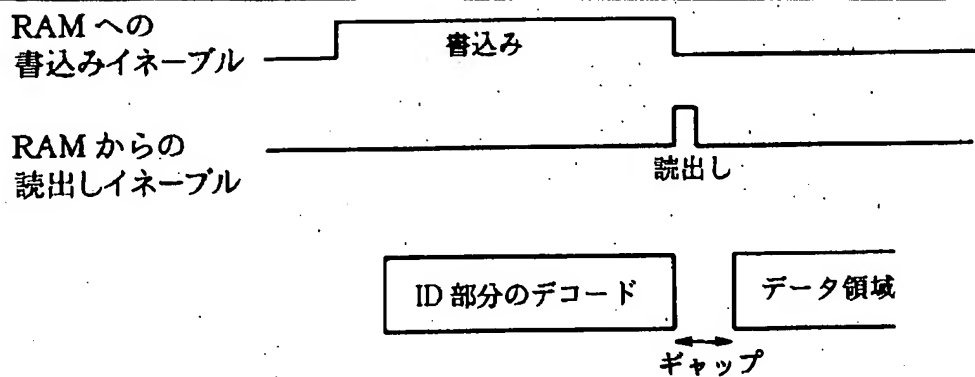
[Drawing 48]



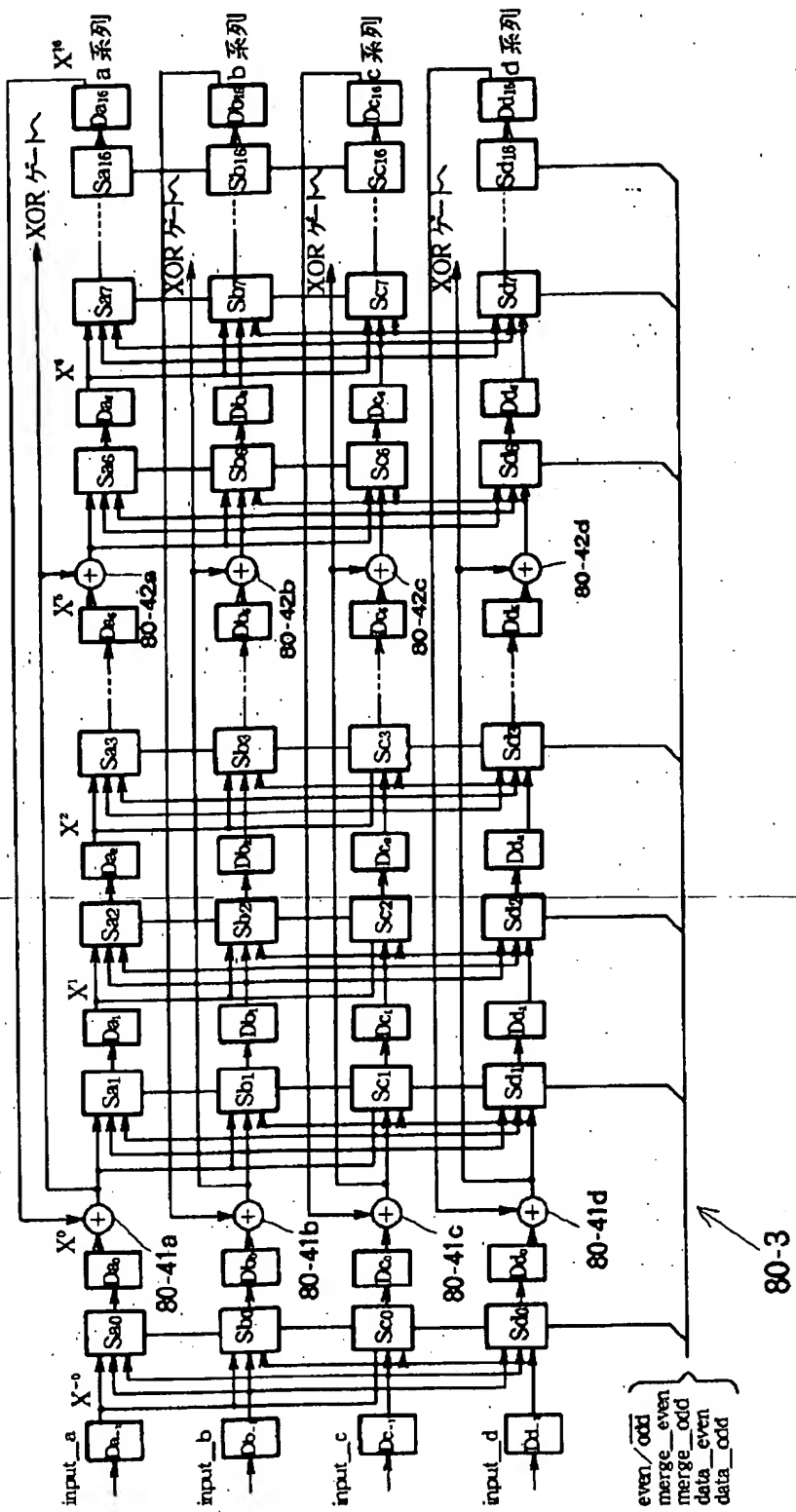
## (a)従来方式



## (b)再生回路 80-80 の方式

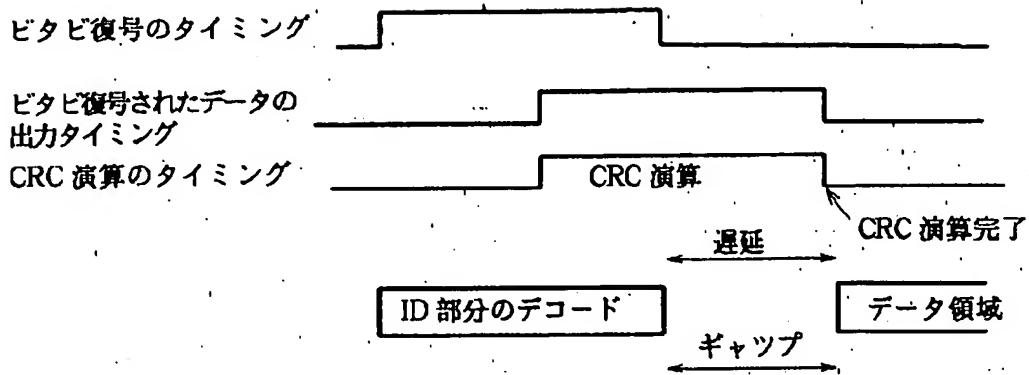


[Drawing 49]

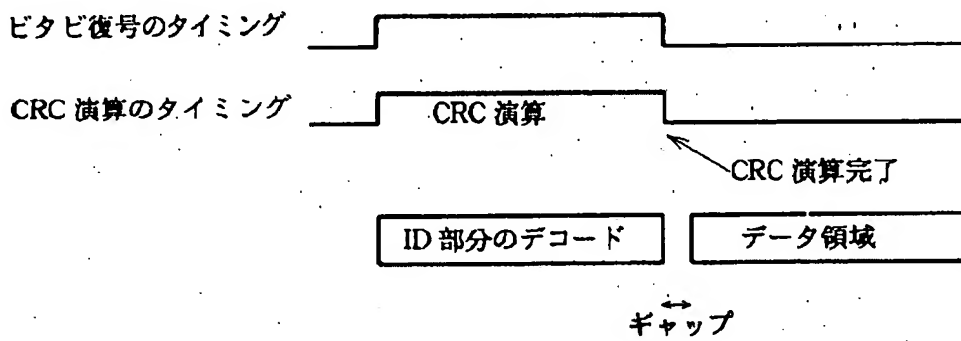


[Drawing 50]

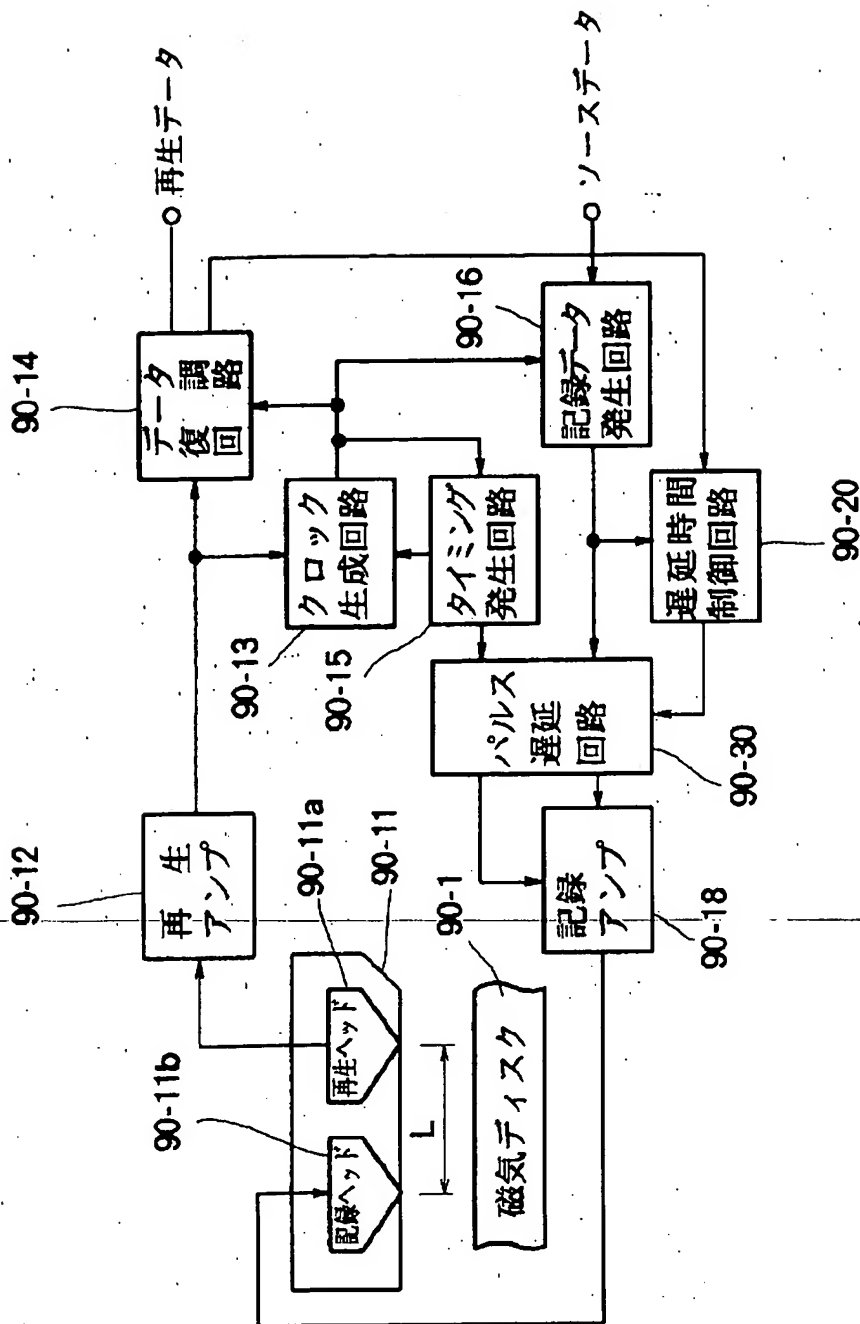
## (a)従来の方式



## (b)再生回路 80-80 の方式

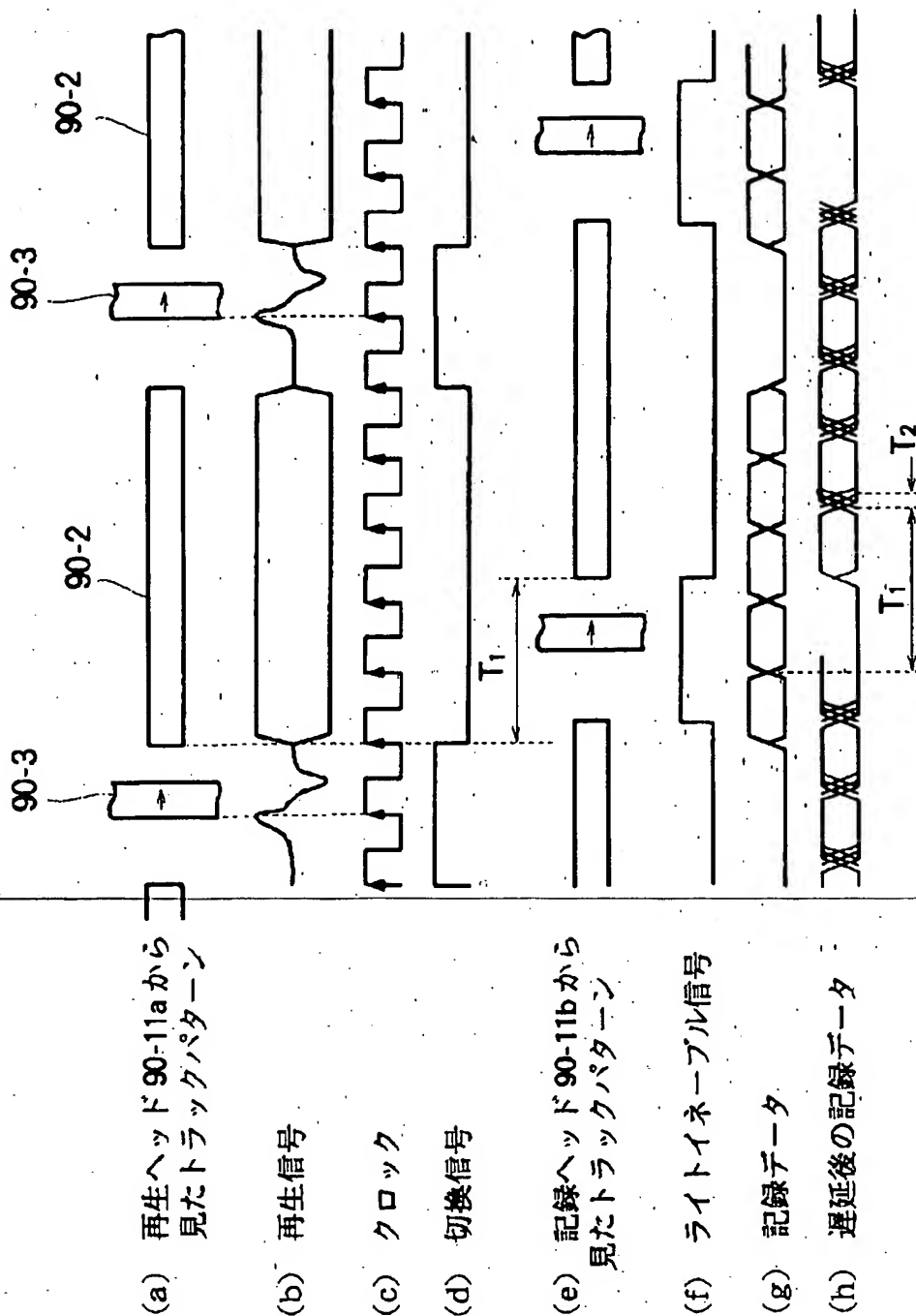


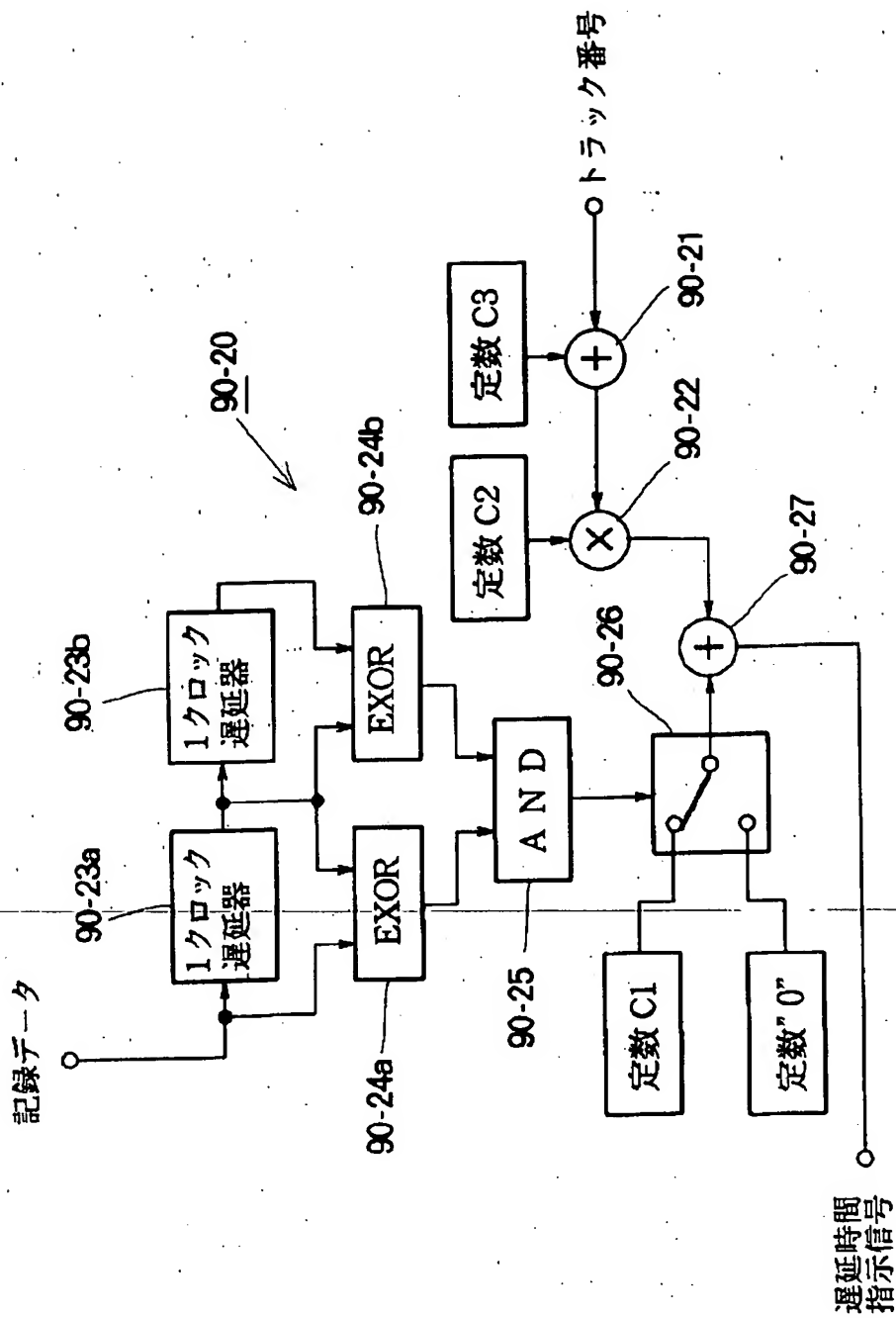
[Drawing 51]



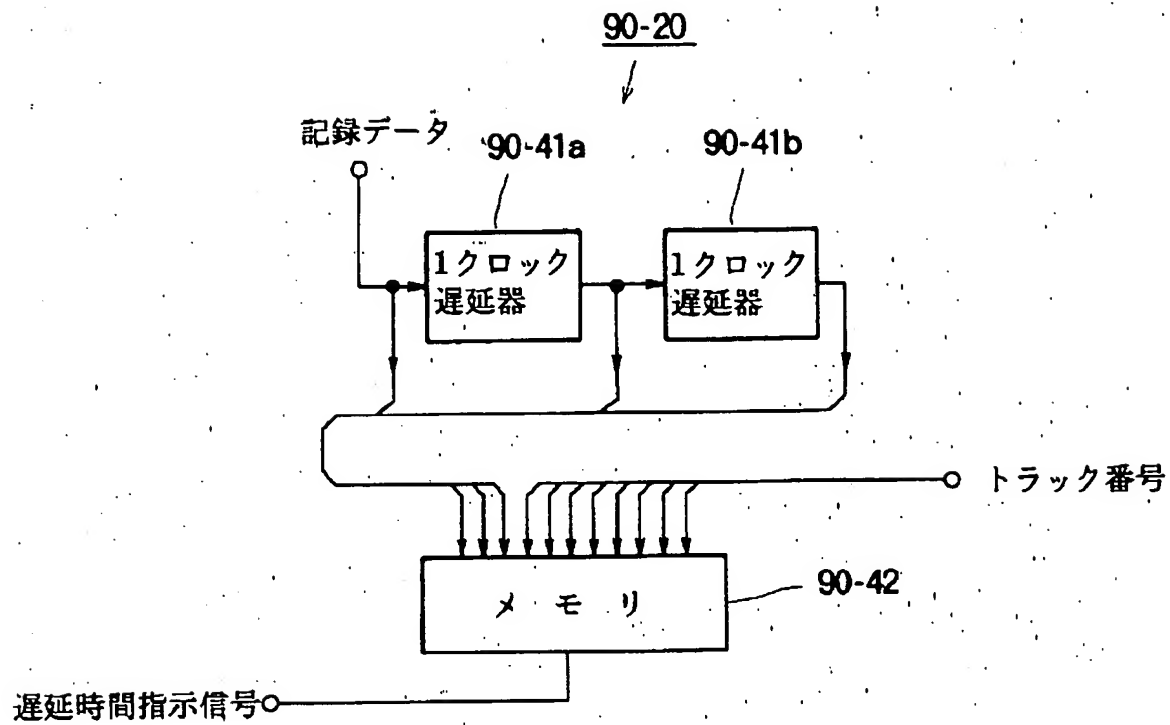
[Drawing 52]

[Drawing 53]

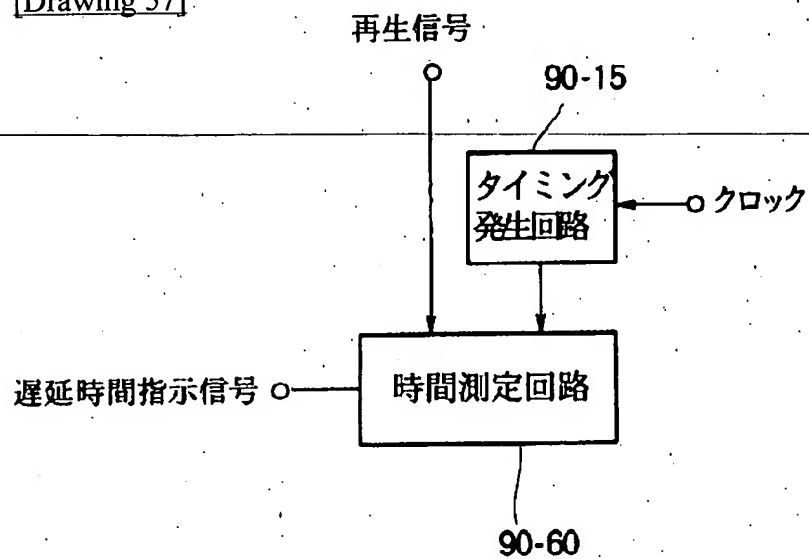




[Drawing 55]

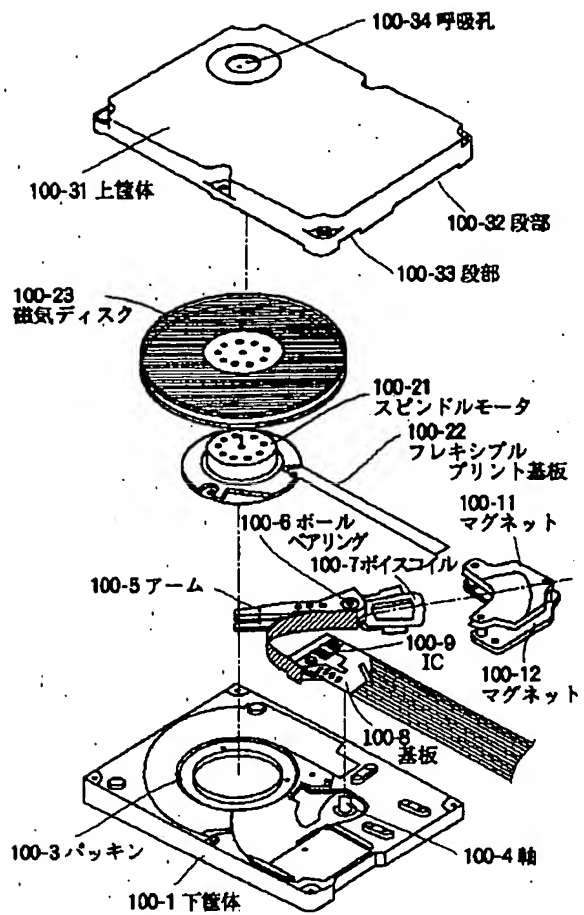


[Drawing 57]



[Drawing 59]





[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-259709

(43)公開日 平成6年(1994)9月16日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G11B 5/09  
5/82  
5/84

識別記号

301 Z  
Z

庁内整理番号

8322-5D  
7303-5D  
7303-5D

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数20 FD (全 62 頁)

(21)出願番号

特願平5-69218

(22)出願日

平成5年(1993)3月4日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者

渡辺 健次郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者

武田 立

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者

世古 悟

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人

弁理士 稲本 義雄

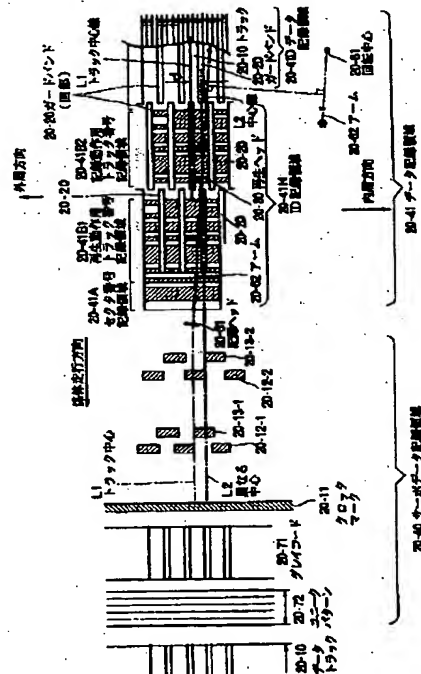
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気ディスク装置およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 磁気ディスクの記録容量を増大させる。

【構成】 ガードバンド20-20を凹部として形成し、トラック20-10を凸部として形成する。クロックマーク20-11は、トラックはもとより、トラックとトラックの間にも連続して形成する。このクロックマーク20-11は、再生ヘッド20-30の回動軌跡に沿って形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報が記録または再生される面上に磁性膜が形成されたディスク状媒体と、

前記ディスク状媒体に対して情報を記録または再生する磁気ヘッドと、

前記磁気ヘッドを支持した状態で回転し、前記ディスク状媒体の所定の半径位置に前記磁気ヘッドを移動させるアームとを有する磁気ディスク装置において、

前記ディスク状媒体は、データ記録領域と制御信号記録領域とを有し、

前記データ記録領域には、同心円状または螺旋状にトラックが形成されるとともに、前記トラックは、データを記録するための記録部分が凸部となり、かつ、隣接する前記記録部分を区分するためのガードバンドが凹部となるように、刻印形成され、

前記制御信号記録領域には、前記磁気ヘッドをトラッキング制御するためのトラッキング用マーク、前記トラックを特定するトラック番号表示マーク、および1周を等間隔に分割するクロックマークが、凹凸により刻印形成されているとともに、そのうちの少なくとも1つは、前記磁気ヘッドの回転軌跡に沿って形成され、

前記トラッキング用マーク、トラック番号表示マークまたはクロックマークを再生して得られる信号に対応して、前記磁気ヘッドによる記録または再生動作が制御されることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】 情報が記録または再生される面上に磁性膜が形成されたディスク状媒体と、

前記ディスク状媒体に対して情報を記録または再生する磁気ヘッドとを備える磁気ディスク装置において、

前記ディスク状媒体は、データ記録領域と制御信号記録領域とを有し、

前記データ記録領域には、同心円状または螺旋状にトラックが形成されるとともに、前記トラックは、データを記録するための記録部分が凸部となり、かつ、隣接する前記記録部分を区分するガードバンドが凹部となるように、刻印形成され、

前記制御信号記録領域には、少なくとも前記磁気ヘッドをトラッキング制御するためのトラッキング用マーク、前記トラックを特定するトラック番号表示マーク、および1周を等間隔に分割するクロックマークが、凹凸により刻印形成され、

前記磁気ヘッドが、前記トラッキング用マーク、トラック番号表示マークまたはクロックマークを再生して得られる信号から、前記ディスク状媒体の偏心に対応する変化量を計測し、

その計測結果に対応して、前記磁気ヘッドの記録または再生動作が制御されることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項3】 前記ディスク状媒体に記録されている前記トラッキング用マーク、トラック番号表示マークおよ

びクロックマークの組の数は、1周当り1000個以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の磁気ディスク装置。

【請求項4】 前記ディスク状媒体の前記制御信号記録領域の1周に占める割合は、40%以下であることを特徴とする請求項1、2または3に記載の磁気ディスク装置。

【請求項5】 前記ディスク状媒体は、樹脂またはガラスの基板に形成されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の磁気ディスク装置。

【請求項6】 前記磁気ヘッドは、データを記録する記録ヘッドと、再生する再生ヘッドとに分離されていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の磁気ディスク装置。

【請求項7】 前記トラッキング用マークとトラック番号表示マークは、記録時に用いられる第1のマークと、再生時に用いられる第2のマークとを有し、

前記第2のマークは、前記トラックのほぼ中心に沿って配置され、

前記第1のマークは、前記トラックのほぼ中心より半径方向に、所定の距離だけずれた位置に配置されていることを特徴とする請求項6に記載の磁気ディスク装置。

【請求項8】 前記トラッキング用マークと前記トラック番号表示マークは、同一の機能を有する複数のマークにより構成されていることを特徴とする請求項7に記載の磁気ディスク装置。

【請求項9】 前記ディスク状媒体の偏心に対応する変化量は、前記トラッキング用マークまたはトラック番号表示マークから計測される位置変化量、または前記クロックマークから計測される時間変化量であることを特徴とする請求項2に記載の磁気ディスク装置。

【請求項10】 前記トラッキング用マーク、トラック番号表示マークまたはクロックマークを再生して得られる信号から、前記磁気ヘッドの前記トラックからの偏心に起因する位置ずれを補正する偏心制御量を演算することを特徴とする請求項9に記載の磁気ディスク装置。

【請求項11】 演算して得られた前記偏心制御量を記憶し、

記憶した前記偏心制御量を読み出し、トラッキング制御信号に加算して前記磁気ヘッドをトラッキング制御することを特徴とする請求項10に記載の磁気ディスク装置。

【請求項12】 前記クロックマークに同期してクロック信号を生成し、

前記クロックマークから計測される時間変化量を記憶し、

記憶した前記時間変化量に対応して、前記クロック信号の時間軸の補正を行うことを特徴とする請求項9に記載の磁気ディスク装置。

【請求項13】 前記トラック番号表示マークを再生し

て得られる信号は、ビタビ復号されている時間において、同時にCRC演算されることを特徴とする請求項1乃至12のいずれかに記載の磁気ディスク装置。

【請求項14】 前記クロックマークを再生して得られる信号からクロック信号を生成し、前記クロック信号に対応して記録データを遅延し、遅延された前記記録データを前記ディスク状媒体に記録することを特徴とする請求項1乃至13のいずれかに記載の磁気ディスク装置。

【請求項15】 前記トラッキング用マークから計測された前記磁気ヘッドとトラックとの相対的位置ずれ量の大きさを判定し、その判定結果に対応して前記ディスク状媒体への記録動作を制御することを特徴とする請求項1乃至14のいずれかに記載の磁気ディスク装置。

【請求項16】 前記ディスク状媒体、磁気ヘッドおよびアームは、上筐体と下筐体とよりなる密閉された筐体の内部に収容され、前記上筐体と下筐体の平面部には、密閉された前記筐体の内部の気圧と外部の気圧との差を調整する圧力調整用の呼吸孔のみが形成されていることを特徴とする請求項1乃至15のいずれかに記載の磁気ディスク装置。

【請求項17】 前記ディスク状媒体は、その直径が、ほぼ2.5インチであることを特徴とする請求項1乃至16のいずれかに記載の磁気ディスク装置。

【請求項18】 前記ディスク状媒体は、その直径が、ほぼ1.8インチであることを特徴とする請求項1乃至16のいずれかに記載の磁気ディスク装置。

【請求項19】 前記ディスク状媒体は、その直径が、ほぼ1.3インチであることを特徴とする請求項請求項1乃至16のいずれかに記載の磁気ディスク装置。

【請求項20】 情報が記録または再生される面上に磁性膜が形成されたディスク状媒体と、前記ディスク状媒体に対して情報を記録または再生する磁気ヘッドとを有する磁気ディスク装置の製造方法において、

前記ディスク状媒体に、データ記録領域と制御信号記録領域とを形成し、

前記データ記録領域には、同心円状または螺旋状にトラックを形成するとともに、前記トラックを、データを記録するための記録部分が凸部となり、かつ、隣接する前記記録部分を区分するためのガードバンドが凹部となるように、刻印形成し、

前記制御信号記録領域には、少なくとも前記磁気ヘッドをトラッキング制御するためのトラッキング用マーク、前記トラックを特定するトラック番号表示マーク、および1周を等間隔に分割するクロックマークを、凹凸により刻印形成し、

前記ディスク状媒体を、前記トラッキング用マーク、トラック番号表示マーク、およびクロックマークが形成、

記録された後、前記磁気ヘッドとともに、筐体に対して組み立てることを特徴とする磁気ディスク装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えばコンピュータシステムにおけるハードディスク装置に用いて好適な磁気ディスク装置およびその製造方法に関する。

【0002】

10 【従来の技術】 コンピュータシステムにおいては、ハードディスク装置が用いられ、そこに記録されたプログラムあるいはデータに対して、高速にアクセスすることができるようになされている。このハードディスク装置においては、磁気ディスクの両面に磁性膜を形成し、フライングタイプの磁気ヘッドにより、その磁性層にデータを記録再生するようになされている。磁気ヘッドを駆動する機構部と、磁気ディスクを駆動する駆動部とは、筐体の内部に予め組み込まれているため、データを比較的高密度に記録することが可能である。

20 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の磁気ディスク装置における磁気ディスクは、その表面の全面にわたって磁性膜が形成されており、隣接するトラックからのクロストークを抑制するために、トラックとトラックの間のガードバンドを比較的に広い幅で設けなければならない課題があった。その結果、トラックピッチを狭くすることができず、小型で、大きな記録容量を有する装置を実現することの障害の1つとなっていた。

30 【0004】 さらにまた、磁気ディスクに対して、例えばエンコーダを構成するクロック信号などを、予め磁気ディスクに記録した後、これを筐体に組み込むようにすると、組立時における取付誤差（偏心）が発生し、正確な位置にデータを記録再生することが困難になる。そこで、従来は、磁気ディスクを筐体に組み込んだ後、エンコーダを形成する信号などを記録するようにしていた。その結果、装置を完成するのに時間がかかり、コスト高となる課題があった。

40 【0005】 本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、より高密度の記録容量を有するとともに、低コストの磁気ディスク装置とその製造方法を実現するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 請求項1に記載の磁気ディスク装置は、情報が記録または再生される面上に磁性膜が形成されたディスク状媒体（磁気ディスク）と、ディスク状媒体に対して情報を記録または再生する磁気ヘッド（記録ヘッド20-31、再生ヘッド20-30）と、磁気ヘッドを支持した状態で回動し、ディスク状媒体の所定の半径位置に磁気ヘッドを移動させるアーム（20-62）とを有する磁気ディスク装置において、

50

ディスク状媒体は、データ記録領域（データ記録領域20-41D）と制御信号記録領域（サーボデータ記録領域20-40、ID記録領域20-41H）とを有し、データ記録領域には、同心円状または螺旋状にトラックが形成されるとともに、トラックは、データを記録するための記録部分が凸部となり、かつ、隣接する記録部分を区分するためのガードバンド（20-20）が凹部となるように、刻印形成され、制御信号記録領域には、磁気ヘッドをトラッキング制御するためのトラッキング用マーク（ウォブルマーク20-12、20-13）、

10 トラックを特定するトラック番号表示マーク（グレーコード20-71、トラック番号20-41b1、20-41b2）、および1周を等間隔に分割するクロックマーク（20-11）が、凹凸により刻印形成されているとともに、そのうちの少なくとも1つは、磁気ヘッドの回転軌跡（21-21）に沿って形成され、トラッキング用マーク、トラック番号表示マークまたはクロックマークを再生して得られる信号に対応して、磁気ヘッドによる記録または再生動作が制御されることを特徴とする。

【0007】請求項2に記載の磁気ディスク装置は、情報が記録または再生される面上に磁性膜が形成されたディスク状媒体（磁気ディスク50-1A、50-1B）と、ディスク状媒体に対して情報を記録または再生する磁気ヘッド（50-3A、50-3B）とを備える磁気ディスク装置において、ディスク状媒体は、データ記録領域（20-41D）と制御信号記録領域（サーボデータ記録領域20-40、ID記録領域20-41H）とを有し、データ記録領域には、同心円状または螺旋状にトラック（20-10）が形成されるとともに、トラックは、データを記録するための記録部分（20-10）が凸部となり、かつ、隣接する記録部分を区分するガードバンド（20-20）が凹部となるように、刻印形成され、制御信号記録領域には、少なくとも磁気ヘッドをトラッキング制御するためのトラッキング用マーク（ウォブルマーク20-12、20-13）、トラックを特定するトラック番号表示マーク（グレーコード20-71、トラック番号20-41b1、20-41b2）、および1周を等間隔に分割するクロックマーク（20-11）が、凹凸により刻印形成され、磁気ヘッドが、トラッキング用マーク、トラック番号表示マークまたはクロックマークを再生して得られる信号から、ディスク状媒体の偏心に対応する変化量を計測し、その計測結果に対応して、磁気ヘッドの記録または再生動作が制御されることを特徴とする。

【0008】このディスク状媒体に記録されているトラッキング用マーク、トラック番号表示マークおよびクロックマークの組の数は、1周当り、例えば1000個以下とすることができる。また、ディスク状媒体の制御信号記録領域の1周に占める割合は、40%以下とするこ

とができる。さらに、このディスク状媒体は、例えば樹脂あるいはガラスの基板に形成することができる。

【0009】磁気ヘッドは、データを記録する記録ヘッドと、再生する再生ヘッドとに分離することができる。

【0010】トラッキング用マークとトラック番号表示マークは、記録時に用いられる第1のマーク20-41b2と、再生時に用いられる第2のマーク20-41b1とにより構成し、第2のマークをトラックのほぼ中心に沿って配置し、第1のマークをトラックのほぼ中心より半径方向に、所定の距離だけずれた位置に配置することができる。また、このトラッキング用マークとトラック番号表示マークは、同一機能を有する複数のマークにより構成することができる。

【0011】さらに、ディスク状媒体の偏心に対応する変化量として、トラッキング用マークまたはトラック番号表示マークから計測される位置変化量、またはクロックマークから計測される時間変化量を検出することができる。

【0012】さらに、トラッキング用マーク、トラック番号表示マークまたはクロックマークを再生して得られる信号から、磁気ヘッドのトラックからの偏心に起因する位置ずれを補正する偏心制御量を演算するようにすることができる。また、演算して得られた偏心制御量を記憶し、記憶した偏心制御量を読み出して、トラッキング制御信号に加算して磁気ヘッドをトラッキング制御することができる。あるいはまた、クロックマークに同期してクロック信号を生成し、クロックマークから計測される時間変化量を記憶し、記憶した時間変化量に対応して、クロック信号の時間軸の補正を行うようにすることができる。

【0013】さらに、トラック番号表示マークを再生して得られる信号を、ビタビ復号している時間において、同時にCRC演算することができる。

【0014】あるいは、再生ヘッドによりクロックマークを再生して得られる信号からクロック信号を生成し、クロック信号に対応して、再生ヘッドと記録ヘッドの距離に対応する分だけ、あるいは、非線形ビットシフトを補正する分だけ記録データを遅延し、遅延された記録データをディスク状媒体に記録するようにすることができる。

【0015】さらに、トラッキング用マークから計測された位置ずれの大きさを判定し、その判定結果に対応して、ディスク状媒体への記録動作を制御することができる。

【0016】ディスク状媒体や磁気ヘッドを収容する筐体（100-1、100-31）には、呼吸孔（100-34）だけを形成することができる。

【0017】このディスク状媒体は、その直径を2.5インチ、1.8インチまたは1.3インチとすることができる。

【0018】請求項20に記載の磁気ディスク装置の製造方法は、情報が記録または再生される面上に磁性膜が形成されたディスク状媒体（磁気ディスク100-23）と、ディスク状媒体に対して情報を記録または再生する磁気ヘッド（20-30、20-31）とを有する磁気ディスク装置の製造方法において、ディスク状媒体に、データ記録領域（20-41）と制御信号記録領域（サーボデータ記録領域20-40）とを形成し、データ記録領域には、同心円状または螺旋状にトラックを形成するとともに、トラックは、データを記録するための記録部分（20-10）が凸部となり、かつ、隣接する記録部分を区分するためのガードバンド（20-20）が凹部となるように、刻印形成し、制御信号記録領域には、少なくとも磁気ヘッドをトラッキング制御するためのトラッキング用マーク（ウォブルマーク20-12、20-13）、トラックを特定するトラック番号表示マーク（グレーコード20-71）、および1周を等間隔に分割するクロックマーク（20-11）を、凹凸により刻印形成し、ディスク状媒体を、トラッキング用マーク、トラック番号表示マーク、およびクロックマークが形成、記録された後、磁気ヘッドとともに、筐体（100-1、100-31）に対して組み立てることを特徴とする。

#### 【0019】

【作用】請求項1に記載の磁気ディスク装置においては、トラックのデータを記録する記録部分に対してガードバンドが物理的な凹部として形成されている。従って、そこからデータが再生される恐れが少なくなり、クロストークを軽減するために、ガードバンドの幅を大きくする必要がなくなる。その結果、ガードバンドを狭くし、記録容量を大きくすることが可能となる。

【0020】さらに、トラッキング用マーク、トラック番号表示マークまたはクロックマークを、磁気ヘッドの回動軌跡に沿って凹凸により刻印形成するようにしているため、例えば光技術を利用するなどして、極めて正確な位置にこれらのマークを配置することが可能となり、トラックピッチを狭くしたとしても、データを正確に記録再生することが可能となる。

【0021】また、請求項2に記載の磁気ディスク装置においては、ディスク状媒体の偏心を計測し、これに対応して記録再生動作が制御される。従って、トラッキング用マーク、トラック番号表示マークまたはクロックマークなどが、予め形成された状態でディスク状媒体を筐体に組み込んだ場合において、組み込み時における取付誤差に起因して偏心が発生したとしても、磁気ヘッドをトラックに対して正確にアクセスさせることが可能となる。

【0022】請求項20に記載の磁気ディスク装置の製造方法においては、トラッキング用マーク、トラック番号表示マークおよびクロックマークを凹凸により刻印形

成した後、磁気ヘッドとともに筐体に対して組み立てるようにしている。従って、組立後、エンコーダを記録するような処理が不要となり、短時間で装置を完成することができる。その結果、コストも低減することが可能となる。

#### 【0023】

【実施例】図1は、本発明の磁気ディスク装置の全体の構成を示している。モータ部10-1は、磁気ディスク部10-2を所定の速度で回転させる。アーム部10-5には、記録ヘッド部10-3と再生ヘッド部10-4が取り付けられており、所定の軸を中心として回転することで、記録ヘッド部10-3と再生ヘッド部10-4を、磁気ディスク部10-2の所定の半径位置に移動させることができるようになっている。これらのモータ部10-1、磁気ディスク部10-2、記録ヘッド部10-3、再生ヘッド部10-4およびアーム部10-5は、筐体部10-10に収容されている。

【0024】磁気ディスク部10-2には種々のマークが予め形成されており、再生ヘッド部10-4が、そのマークを再生して出力する信号からクロック信号生成部10-6がクロック信号を生成し、トラッキングサーボ部10-7と再生部10-8に出力する。トラッキングサーボ部10-7は、クロック信号生成部10-6より供給されるクロック信号を参照して、再生ヘッド部10-4が出力する信号からトラッキングエラー信号を生成し、これに対応してアーム部10-5を駆動する。これにより、記録ヘッド部10-3と再生ヘッド部10-4が、磁気ディスク部10-2の所定の半径位置にトラッキング制御される。

【0025】記録部10-9は、図示せぬ回路から供給される記録信号を変調し、記録ヘッド部10-3を介して磁気ディスク部10-2に記録させる。再生部10-8は、再生ヘッド部10-4が磁気ディスク部10-2に記録されているデータを再生して出力する信号から記録データを復調処理し、図示せぬ回路に出力する。

【0026】トラッキングサーボ部10-7はまた、トラッキングエラー信号をモニタし、装置に大きなショックなどが加わり、記録ヘッド部10-3がトラックから離脱したような場合において、記録部10-9を制御し、記録動作を停止させる。

【0027】以上が本発明の磁気ディスク装置の全体の構成と動作であるが、本発明のポイントは、この磁気ディスク装置の多岐の面にわたるため、各ポイント毎にその内容を分けて説明する。

【0028】最初に磁気ディスク部10-2に関するポイントを、図2乃至図16を参照して説明する。ここでは、磁気ディスクのフォーマット、平面形状、断面形状、磁化方法、表面処理、サーボデータ領域の割合などに関する説明を行う。

【0029】次に、記録ヘッド部10-3と再生ヘッド

部10-4に関するポイントの説明が、図17と図18を参照して行われる。ここでは、磁気ヘッドのギャップと断面構造について説明する。

【0030】その次には、アーム部10-5に関するポイントを、図19および図20を参照して説明する。ここでは、アームの構造について説明する。

【0031】また、アーム部10-5の次に、図21乃至図33を参照して、クロック信号生成部10-6に関するポイントの説明が行われる。ここでは、クロック信号生成の説明と、このクロックの時間軸補正に必要な

偏心測定の方法について説明する。

【0032】次に、トラッキングサーボ部10-7に関するポイントの説明が、図34乃至図43を参照して行われる。ここでは、トラッキングサーボの動作と、トラッキングサーボに必要なサーボデータ記録領域の数について説明する。また、トラッキングエラー信号を利用してオフトラックを判定する方法についても説明する。

【0033】さらに、図44乃至図50を参照して、再生部10-8に関するポイントの説明と、図51乃至図58を参照して、記録部10-9に関するポイントの説明が行われる。ここでは、データの再生と記録の説明を行う。

【0034】そして、最後に、筐体部10-10に関するポイントの説明が、図59乃至図64を参照して行われる。ここでは、磁気ヘッド、磁気ディスクなどを収容する筐体について説明する。

【0035】これら各ポイントの説明に当り、各ポイント毎に適した説明が行われるように、この図1に示した構成を必要に応じて分解し、必要な要素のみを適宜抽出して再構成する。従って、各ポイントの説明において用いられる技術要素は、この図1における要素の区分状態と必ずしも1対1には対応していない。これは各技術的ポイントを説明するために、必要な技術要素のみを有機的に再結合して表現するようにしているためである。

【0036】最初に、図1の磁気ディスク部10-2のポイントについて説明する。

【0037】本磁気ディスク装置に用いられる磁気ディスクは、その1周が60セクタに区分され、各セクタは、14セグメントにより構成されている。従って、1周は840セグメントとなる。各セグメントは、サーボデータ記録領域と、データ記録領域とに区分される(図2の20-40と20-41または図6の21-2と21-3)。各サーボデータ記録領域には、グレイコード20-71、クロックマーク20-11およびウォブルマーク20-12、20-13が形成される。また、各セクタの先頭のセグメントには、さらにユニークパターン20-72が付加されている。但し、60セクタのうちの1つのセクタにおいては、ユニークパターンに代えて、PGとしての機能を有するホームインデックス20-73が記録される。

【0038】図3は、ユニークパターン20-72が形成されているサーボデータ記録領域20-40の構成例を示している。ユニークパターン20-72の次にグレイコード20-71が、その次にクロックマーク20-11が、さらにその次にウォブルマーク20-12、20-13が配置されている。

【0039】図4は、ユニークパターン20-72に代えて、ホームインデックス20-73が配置されている例を示している。また、図5は、ユニークパターン20-72もホームインデックス20-73も形成されていない例を示している。

【0040】図2は、ユニークパターン20-72が形成されているサーボデータ記録領域20-40と、その直後のデータ記録領域20-41の構成例を示している。

【0041】この実施例においては、サーボデータ記録領域20-40には、ユニークパターン20-72、グレイコード20-71(トラックを特定する絶対アドレス0乃至2800(トラック番号)を表す)、クロックマーク20-11、ウォブルマーク20-12(20-12-1, 20-12-2), 20-13(20-13-1, 20-13-2)が形成、記録される。

【0042】クロックマーク20-11のトラック方向の幅(図中、左右方向の幅)を1とすると、グレイコード20-71の幅は20、ユニークパターン20-72の幅は16とされている。

【0043】クロックマーク20-11は、記録再生の基準となるクロックを生成するためのマークであり、再生ヘッド20-30は、このクロックマーク20-11を再生したとき、そのエッジに対応してタイミング信号を出力する。クロックマーク20-11は、図2に示すように、データトラック20-10に形成されるだけでなく、トラック20-10とトラック20-10の間の領域(トラック間)にも形成されている。即ち、クロックマーク20-11は、ディスクの半径方向に放射状に連続して形成されている(図6参照)。

【0044】ウォブルマーク20-12-1, 20-13-1は、トラック20-10の中心線L1を挟んで内周側と外周側にずれるように配置されるとともに、トラック方向にも所定の距離だけ離間して形成されている。再生ヘッド20-30がこのウォブルマーク20-12-1, 20-13-1を再生するとき、そのエッジ位置に対応して、位置パルスを出力する。この位置パルスのレベルが等しくなるようにトラッキングサーボをかけることにより、再生ヘッド20-30をトラック20-10の中心線L1上に配置することができる。

【0045】ウォブルマークとしては、さらに20-12-2, 20-13-2が設けられている。これについては後述する。

【0046】このウォブルマーク20-12-1, 2



11

0-13-1, 20-12-2, 20-13-2は、クロックマーク20-11と同一の幅(トラック方向の長さ)とされ、最内周で0.6 $\mu$ m、最外周で1.2 $\mu$ mとされる。

【0047】データ記録領域20-41の先頭には、ID記録領域20-41Hが形成され、本来記録再生されるデータは、このID記録領域20-41Hに続く領域20-41Dに記録されるようになされている。

【0048】ID記録領域20-41Hは、セクタ番号記録領域20-41Aとトラック番号記録領域20-41B(20-41B1, 20-41B2)とに区分されている。このうち、少なくともセクタ番号記録領域20-41Aは、上述したクロックマーク20-11と同様に、トラック20-10はもとより、トラックとトラックの間にも半径方向に連続して形成されている。このセクタ番号記録領域20-41Aには、セクタを特定するセクタ番号20-41aが記録され、トラック番号記録領域20-41Bには、トラックを特定するトラック番号20-41bが記録される。再生ヘッド20-30は、このID記録領域20-41Hを再生することにより、パルス列を出力する。

【0049】8ビットのセクタ番号と、16ビットのトラック番号2個よりなる合計40ビットのデータが、ID記録領域20-41Hに記録されるデータ(IDデータ)とされる。

【0050】これらのIDデータは、PR(パースナルレスポンス)(-1, 0, 1)変調され、ID記録領域20-41Hに記録される。

【0051】セクタ番号は、CAVディスクの場合、内周側のトラックと外周側のトラックにおいて同一である。そこで、このセクタ番号は、トラック20-10上ばかりでなく、トラックとトラックの間の領域にも連続的に記録されている。

【0052】また、トラック番号記録領域20-41Bは、再生動作トラック番号記録領域20-41B1と、記録動作トラック番号記録領域20-41B2とに区分されている。

【0053】再生動作トラック番号記録領域20-41B1は、その中心(幅方向の中心)がトラック20-10の中心線L1上に位置するように形成されるが、記録動作トラック番号記録領域20-41B2は、その中心線L2が、トラック20-10の中心線L1と距離dだけトラック20-10と垂直な方向(ディスク半径方向)に離れた位置(オフセットした位置)になるように形成される。そして、この再生動作トラック番号記録領域20-41B1と、記録動作トラック番号記録領域20-41B2には、同一のトラック番号20-41b1, 20-41b2が記録される。

【0054】尚、各領域20-41B1と20-41B2には、それぞれ同一のトラック番号を2個以上記録す

12

るようにしてもよい。これにより、より確実にトラック番号を読み取ることが可能になる。

【0055】記録動作トラック番号記録領域20-41B2のオフセット値dは、内周側にいくほど小さい値とされ、外周側にいくほど大きい値とされている。

【0056】また、図2に示すように、トラック20-10(セクタ番号記録領域20-41Aと再生動作トラック番号記録領域20-41B1)の中心線L1に対して、再生ヘッド20-30を位置決めするためのウォブルマーク20-12-1, 20-13-1を形成する他、記録動作トラック番号記録領域20-41B2の中心線L2を再生ヘッド20-30でトレースする場合の位置決めのためのウォブルマーク20-12-2, 20-13-2がサーボデータ記録領域20-40に形成されている。

【0057】従って、再生モード時には、ウォブルマーク20-12-1, 20-13-1を基準にして再生ヘッド20-30をトラッキング制御することで、再生ヘッド20-30をトラック20-10の中心線L1に沿って走査させることができる。

【0058】これに対して、記録モード時には、ウォブルマーク20-12-2, 20-13-2を再生ヘッド20-30で再生して得られるトラッキングエラー信号に対応してトラッキング制御を行うことにより、再生ヘッド20-30を記録動作トラック番号記録領域20-41B2の中心線L2に沿って走査させることができる。このとき、記録ヘッド20-31は、トラック20-10の中心線L1に沿って走行する。

【0059】尚、以上の実施例においては、通常のウォブルマーク20-12-1, 20-13-1、オフセットしたウォブルマーク20-12-2, 20-13-2、セクタ番号記録領域20-41A、再生動作トラック番号記録領域20-41B1、記録動作トラック番号記録領域20-41B2、領域20-41Dの順に配置したが、例えば通常のウォブルマーク20-12-1, 20-13-1、セクタ番号記録領域20-41A、再生動作トラック番号記録領域20-41B1、領域20-41Dの第1群に続いて、オフセットしたウォブルマーク20-12-2, 20-13-2、オフセットした記録動作トラック番号記録領域20-41B2、領域20-41Dの第2群を繰り返し配置するようにすることもできる。

【0060】また、トラック番号記録領域20-41B1, 20-41B2に記録されたトラック番号20-41b1, 20-41b2は、記録再生系において用いられるものであり、グレーコード20-71は、これに対応はするが、サーボ系において用いられるものであり、両者は同一のものではない。但し、いずれも記録または再生するトラックを確認するための制御に用いられるので、サーボデータ記録領域20-40とID記録領域2

13

0-41Hを制御信号記録領域と認識することができる。

【0061】このように、セクタ番号またはトラック番号を記録する領域を予め形成し、そこにセクタ番号またはトラック番号を記録するようにしたので、再生ヘッドの位置決め状態に拘らず、セクタ番号またはトラック番号を確実に再生することができる。

【0062】即ち、本発明においては、サーボデータ記録領域20-40のユニークパターン20-72、ホームインデックス20-73、グレーコード20-71、クロックマーク20-11、ウォブルドマーク20-12、20-13などのサーボデータ（パターン）の他、ID記録領域20-41Hのセクタ番号20-41a、トラック番号20-41b1、20-41b2、さらにはトラックが、凹凸により（刻印により）形成、記録される。

【0063】例えばガードバンド20-20は、データトラック20-10より200nmだけ低くなるように（凹部として）形成されている。即ち、トラックがディスクリットに形成されている。

【0064】尚、このように、刻印により各領域を形成する構造は、例えば特願平4-71731号に開示されている。その原理を簡単に説明すると、このような磁気ディスクは光学的ディスクにおける技術を応用して製造することができる。即ち、ガラス原盤を用意し、その表面に例えばフォトレジストをコーティングする。そして、このフォトレジストの、例えば凹部を形成する部分にのみレーザ光を照射する。レーザ光を照射した後、フォトレジストを現像し、露光部分を除去する。このようにして形成した原盤を元にしてスタンパを作成し、このスタンパから大量のレプリカを製造する。このレプリカには、原盤に作成した段差が転写されている。この段差が、転写された表面に磁性膜を形成することにより、磁気ディスクを完成することができる。

【0065】図2において、図中ハッチングを施して示す領域は、IDデータの例えば論理1に対応してN極に磁化され、ハッチングを施していない領域は、論理0に対応してS極に磁化された領域である。

【0066】トラックが同心円状または螺旋状に形成されたこの磁気ディスクは、角速度一定（ゾーンビットレコーディング）で回転される。

【0067】また、トラックは、ディスク半径の1/2の位置から最外周の位置の間に、即ち、半径の外周側の1/2の範囲に形成される。

【0068】ディスクの直径は、2.5インチ、1.8インチまたは1.3インチとされる。トラックピッチは5.2μm、トラック幅は3.6μm、ガードバンドは1.6μmとされる。

【0069】このようにして、直径2.5インチの1枚のディスクの両面で200MBの容量を、また、直径

14

1.8インチの1枚のディスクの両面で100MBの容量を、それぞれ実現することができる。

【0070】図6は、本発明の磁気ディスクと、そのデータ領域に対してデータを記録または再生する磁気ヘッド21-13を駆動する機構の構成例を示している。

【0071】本発明の磁気ディスク21-1においては、図2を参照して説明したように、各セグメントが、データ記録領域21-3（図2の20-41）と、サーボデータ記録領域21-2（図2の20-40）とに区分されている。そして、そのサーボデータ記録領域21-2とデータ記録領域21-3が、磁気ヘッド21-13が移動する移動軌跡21-21に沿って形成されている。

【0072】この装置においては、磁気ヘッド21-13が、支点21-12を介して回転自在とされているアーム21-11の先端に取り付けられている。支点21-12を挟んで、アーム21-11の磁気ヘッド21-13の取り付け位置とは反対側に、ボイスコイル21-15が取り付けられており、ボイスコイル21-15の下側にはマグネット21-14が配置されている。従って、駆動回路21-16によりボイスコイル21-15に所定の駆動電流を供給すると、マグネット21-14の発生する磁束路中に配置されたボイスコイル21-15に電磁力が作用し、アーム21-11が支点21-12を中心として回転するようになされている。このとき、磁気ヘッド21-13は軌跡21-21上を移動することになる。この軌跡21-21は、支点21-12を中心とし、磁気ディスク21-1の中心21-4を通る円弧となる。

【0073】尚、この図においては、ストレートアームにしているが、ベントアームを用いることもできる。

【0074】図7は、サーボデータ記録領域21-2におけるサーボ信号を記録するための専用の領域のより詳細な構成例を示している。

【0075】図7の実施例においては、サーボマークSM（クロックマーク、ウォブルドマーク、グレーコード、ユニークパターン、ホームインデックス）が、磁気ヘッド21-13のアーム21-11を回転したときにおける移動軌跡21-21に沿った曲線と、磁気ディスク21-1のトラックに沿った曲線とにより形成された略矩形状のパターンとして形成されている。また、図2におけるID記録領域20-41Hのデータ領域の他、刻印により形成されるすべての領域が、磁気ヘッド21-13の移動軌跡に沿って形成される。

【0076】尚、図には、トラックと軌跡21-21の半径に対してサーボマークSMを大きく誇張して示しているため、サーボマークSMの各辺は曲線で表されているが、実際には、このサーボマークSMの1辺の長さは、トラックや移動軌跡21-21の半径に較べて極めて小さいため、実質的には、殆ど直線で囲まれた状態に

なる。

【0077】このように、刻印により形成するサーボマークSM、その他のマークを、移動軌跡21-21に沿って配置すると、シーク動作時における等時間間隔性が崩れることがなく、従って、クロック生成用のPLL回路(図21の50-30)のロックがシーク動作時に外れてしまうようなことがない。また、ベント角度のない(ベント角度が0度であり、磁気ヘッド21-13の磁気ギャップと平行な磁気ギャップ線21-41がトラックと垂直になる)磁気ヘッド21-13により記録再生を行えば、磁気ギャップが常にトラックと垂直となるため、アジマス損失が発生することがない。

【0078】図8は、以上のような構成の磁気ディスク21-1の断面構成を示している。図8(a)は、トラックに垂直な方向の断面を表しており、同図(b)は、トラック方向に沿った断面を示している。これらの図に示すように、合成樹脂、ガラス、アルミニウムなどよりなる基板21-61には、その表面に段差が形成されており、その段差が形成されている面に磁性膜21-62が形成されている。そして、段差の低い部分(凹部)によりガードバンド(GB)が構成され、高い部分(凸部)によりトラック(記録部分)が構成される。

【0079】各トラックは、図8(b)に示すように、そのデータ記録領域21-3は平坦のままとされる。これに対して、サーボデータ記録領域21-2においては、サーボマークSMやクロックマークCMなどを記録する部分のみが突出しており(データ記録部と同一の高さとされており)、サーボ信号を記録しない未記録領域は、より低く(凹部として)形成されている。上述したように、このような凹凸を有するディスクは、光ディスク技術を応用して製造することができる。

【0080】この磁気ディスクによれば、磁気ヘッドが内周側方向または外周側方向に移動する場合の移動軌跡に沿って、サーボデータ記録領域とID記録領域を形成するようにしたので、シーク動作時における等時間間隔性を保持することができ、クロック生成のためのPLL回路のロック外れを抑制することができる。また、アジマス損失を抑制することが可能となる。

【0081】次に、このように、凹凸を有する磁気ディスクの磁化方法について説明する。サーボデータ記録領域21-2が1周に等角度間隔に840個設けられ、そこに、図9に示すように、トラックと垂直な方向の幅Wが5 $\mu$ m程度、ディスクの走行方向に沿った長さLが0.7乃至2.9 $\mu$ m程度とされた長方形の凸部22-13が信号に対応してパターン(刻印)形成されていることになる。

【0082】このような磁気ディスク22-1に対し、図9において、矢印m1およびm2で示すように、凸部22-13と凹部22-14において磁化の向きを逆向きとし、位置決め信号(ウォブルマーク、クロックマー

ク、トラック番号など)の書き込みを行う。

【0083】この例においては、上述の磁気ディスク22-1(図6の21-1)に対し、まず図10(a)に示すように、磁気ディスク22-1を矢印aで示す方向に回転走行させる。磁気ヘッド22-2(製造装置の磁気ヘッド)に第1の直流電流を印加しながら、この磁気ヘッド22-2を磁気ディスク22-1上の半径方向にトラックピッチで移動させ、磁気ディスク22-1の凸部22-13と凹部22-14の磁性層22-12をすべて同一方向に一旦磁化する。

【0084】そして、その後、図10(b)に示すように、第1の直流電流とは逆極性で、電流値が第1の直流電流に較べ小さい第2の直流電流を磁気ヘッド22-2に印加しながら、この磁気ヘッド22-2を磁気ディスク22-1の半径方向に同様にトラックピッチで移動させてスキャンさせ、磁気ディスク22-1の凸部22-13の磁性層22-12のみを逆向きに磁化して、位置決め信号の書き込みを行った。

【0085】磁気ヘッド22-2としては、磁気ギャップGのギャップ長 $g_0$ が0.4 $\mu$ m、トラック幅100 $\mu$ m、コイル巻線を56ターンのセンタタップ付のもの(28+28)のものをを用いた。そして、この磁気ヘッド22-2を、磁気ディスク22-1との相対速度を6m/sとして磁気ディスク22-1上に浮上させた。このときの浮上量dは0.13 $\mu$ mであった。

【0086】このように、1つの磁気ヘッドによって位置決め信号を書き込むことができることから、ヘッドの交換作業を省略することができ、ディスクの生産性の向上をはかることができる。

【0087】図11は、このようにして磁化される磁気ディスクのより詳細な断面構造を表している。同図に示すように、プラスチックまたはガラス、あるいはアルミニウムなどよりなる基板23-11には、200nmの段差(凹部)が形成されている。この基板23-11は、ガラスで構成されるとき、その厚さは0.65mmとされ、プラスチックで構成されるとき、その厚さは1.2mmとされる。基板23-11の両面には、磁性層23-12が形成される。

【0088】この磁性層23-12として、最初に、基板23-11上に、粒子密度が1 $\mu$ m当り0.5個以上100個以下、好ましくは10個程度とされた粒子層23-12Aが形成されている。この粒子層23-12Aには、SiO<sub>2</sub>よりなる粒子(球状シリカ)23-12aが、上記した密度に分布している。

【0089】基板23-11をガラスあるいはアルミニウムなどにより構成した場合、比較的剛性を確保することが可能である。しかしながら、プラスチックを使用した場合においては、必ずしも十分な剛性を確保することができず、また、耐久性の面においても、ガラスあるいはアルミニウムに劣る。さらに、基板表面の凹凸が粗い

17

ため、磁気ヘッドを磁性層23-12に接触しない範囲で近接配置することが困難になる。そこで、この磁気ディスクのように、粒子層23-12Aを形成することで、凹凸の微細化が可能となる。これは、表面の凹凸が粒子23-12aの密度と粒径で決定されるためである。

【0090】この粒子（球状シリカ）23-12aは、ディッピング法により基板23-11上に付着させることができる。粒子の平均径は50nm以下、好ましくは8乃至10nmとする。その平均粒径を8nmとしたとき、粒径分布は標準偏差で4.3nmとなった。球状シリカは、イソプロピルアルコールに濃度0.01重量%となるように分散し、これを引き上げ速度125mm/分で基板23-11の表面に塗布した。被覆率は100%である。

【0091】粒子密度はディッピング速度と濃度で決定されるため、これを管理することで、凹凸の制御が可能である。また、ディッピング方式で付着させると、設備を簡略化することができる。ディッピングは、局部的（例えば、内周側あるいは外周側など）に行うこともできる。

【0092】粒子23-12aは、SiO<sub>2</sub>以外の無機微粒子とすることも可能である。

【0093】粒子層23-12Aの上には、約80nmの厚さのクロム層23-12Bが形成される。このクロム層23-12Bは、交換結合膜として機能し、磁気特性を改善する効果があり、特に保磁力を高めることができる。

【0094】このクロム層23-12Bの上には、コバルト白金層23-12Cが、40nmの厚さにわたって形成される。さらに、このコバルト白金層23-12Cの上には、10nmの厚さのSiO<sub>2</sub>からなる保護膜23-12Dがスピコートあるいは塗布される。保護膜23-12Dの上にはさらに、潤滑剤23-12Eが塗布される。この潤滑剤23-12Eとしては、例えばFOMBLIN社のZ-DOL（商標）を用いることができる。

【0095】次に、データ記録領域とサーボデータ記録領域の割合について説明する。図12に示すように、本発明においては、各セグメントがデータ記録領域とサーボデータ記録領域とに区分される。データ記録領域は平坦であるが、サーボデータ記録領域は、上述したように、クロックマーク、ウォブルマーク、グレーコードといったサーボパターン（より正確には、さらに図2に示した1D記録領域20-41Hのセクタ番号やトラック番号も）が物理的な凹凸状態として記録されている。

【0096】従って、図13に模式的に示すように、アーム23-81（図19のアーム40-53）に、ロードビーム23-82（図19のサスペンションバネ40-56）を介して支持されているスライダ23-83

18

（図19のスライダ40-57）に磁気ヘッドが保持されているのであるが、このスライダ23-83が磁気ディスク23-84の回転に対応して発生する空気流によって磁気ディスク23-84に対して所定の距離に配置される。

【0097】磁気ヘッド、従って、スライダ23-83と磁気ディスク23-84との距離が近いほど、磁気ヘッドにより検出される磁気変化は大きくなるから、再生出力も大きくなる。しかしながら、その距離があまり近づき過ぎると、磁気ヘッドが磁気ディスク23-84と接触してしまう。従って、スライダ23-83は、磁気ディスク23-84に対して所定の距離を保持する必要がある。

【0098】しかしながら、上述したように、磁気ディスク23-84（図10の磁気ディスク22-1）は、その表面が平坦でないため、その凹凸に対応して、スライダ23-83と磁気ディスク23-84との距離が変化する。セグメント長Sがスライダの長さLに対して十分長く、サーボデータ記録領域がスライダ23-83と同程度の長さを有するとすると、図14に示すように、スライダ23-83は、定常浮上状態（平坦な領域における浮上状態）から、サーボデータ記録領域（凹部）に侵入し始めるとともに、その先端部が沈み始め、これに対応して、その支持点を軸にピッチングし、後端部が一時的に浮き上がった後、やがて全体が沈み込む。凹部の底部においては、凹部侵入時に励起されたピッチングを減衰させながら、走行が行われる。

【0099】凹部より離脱するとき、スライダ23-83の先端部が持ち上げられ、スライダ23-83は、凹部侵入時における場合と逆方向にピッチングし、後端部が一時的に沈み込む。その後、全体が凹部より離脱し、ピッチング運動を減衰させながら、定常浮上状態に復帰する。

【0100】以上の動作は、スライダ23-83が1つの凹部を乗り越える場合のものである。しかしながら、実際には、上述したように、サーボデータ記録領域はセグメント周期で周期的に発生する。クロックのジッタを小さくするには、セグメントの周期を短くし、1トラック当りのサーボデータ記録領域の数を増やすことが好ましい。しかしながら、そのようにすると、データ記録領域が減少するため、ディスクの記録容量が小さくなってしまふ。このため、サーボデータ記録領域の数は、ディスクの記録容量とジッタ許容値とのトレードオフで決定される。

【0101】いま、図15に示すように、サーボデータ記録領域の1セグメントに対する割合を23%とし、その間、すべて凹部であるとし、残りの77%のデータ記録領域が凸部であると仮定すると、図14に示した1つの凹部の乗り越え特性に、セグメント周期の成分が重畳される。図16は、このようにして、スライダ23-8

3と磁気ディスク23-84との距離がセグメント周期で変化する様子を示している。尚、図16においては、スライダ長を1.8mm、磁気ディスク23-84の回転数を2700rpm、1回転当りのセグメントの数を420個としている。同図より、スライダ23-83と\*

サーボデータ記録領域 : データ記録領域	10 : 90	23 : 77	30 : 70
変動量	13.0nm	28.0nm	32.0nm

【0103】表1は、セグメント当りのデータ記録領域とサーボデータ記録領域との比をパラメータとして、スライダ23-83のサーボデータ記録領域乗り越え時の浮上変動量をシミュレーションにより求めた値を示している。このシミュレーションにおける条件は、セグメント数が1トラック当り420個、浮上量が0.11μm、周速度が12.8m/s、ディスク回転数が45Hz、スキュー角度が0度としている。また、サーボデータ記録領域における凹部の深さは0.1μmとしている。

【0104】この表1に示すように、サーボデータ記録領域のデータ記録領域に対する比が、10対90、23対77、または30対70と、増加するにつれて、変動量が13.0nm、28.0nm、または32.0nmと順次増大していくことが判る。即ち、サーボデータ記録領域の占める割合が少ないほど、磁気ディスクとスライダ23-83の変動量が少ないことが判る。サーボデータ記録領域の割合を増加させると、記録容量が小さくなるばかりでなく、スライダの変動量が増加し、最悪の場合、平坦部においても変動が充分減衰せず、安定した記録再生が困難になる。そこで、サーボデータ記録領域（凹部が形成されている領域）の1トラック当りに占める割合を40%以下とすることが好ましい。

【0105】次に、図1の記録ヘッド部10-3と再生ヘッド部10-4のポイントについて説明する。

【0106】図17において、浮上型スライダ等自体（図13のスライダ23-83）、或いはこれに取着される基体30-6には、磁気ディスクとの対接面となるABS（Air Bearing Surface）面30-7に臨んで、再生ヘッドのシールドを構成する第1及び第2の磁性層30-3及び30-4が積層されている。この磁性層30-3及び30-4に挟まれるように、MR（磁性抵抗効果）薄膜より成るMR素子30-1と、バイアス導体30-18とが、非磁性の絶縁層30-8を介して配置されて、MR型再生ヘッドが構成される。このバイアス導体30-18は、MR素子30-1に所要の向きの磁化状態を与えて、その磁気抵抗特性が優

\*磁気ディスク23-84との距離がセグメント周期で大きく変化することが判る。

【0102】

【表1】

た直線性と高い感度を示す特性領域で動作するように、このMR素子30-1を横切るように配置されている。

【0107】そして、第2の磁性層30-4の外側即ちMR素子30-1が設けられる側とは反対側には、非磁性の絶縁層30-8を介して第3の磁性層30-5が積層されている。これら第2及び第3の磁性層30-4と30-5の間には、このABS面30-7から離間する各後方部間の互いに磁氣的に結合する部分を巡るように、渦巻き状のパターンヘッド巻線（図18の30-2）が形成されている。第3の磁性層30-5の下面と、MR素子30-1の中央との距離は、3.5μmとされている。

【0108】このようにして、第1及び第2磁性層30-3と30-4の間にMR素子30-1が配置された、いわゆるシールド型構成のMR型磁気ヘッド（再生ヘッド）が構成されるとともに、第2及び第3の磁性層30-4と30-5より成る磁路にヘッド巻線が巻装されたInd（誘導）型磁気ヘッド（記録ヘッド）が構成される。

【0109】このとき、MR型再生ヘッドのトラック幅はMR素子30-1のABS面30-7に臨む幅 $W_{tr}$ で規制され、Ind型記録ヘッドのトラック幅は第3の磁性層30-5のABS面30-7に臨む幅 $W_{tr}$ で規制される。MR素子30-1の幅 $W_{tr}$ は、比較的大なる例えば5.2μm（トラックピッチと等しい幅）とし、第3の磁性層30-5の幅 $W_{tr}$ は、比較的小なる例えば4.0μm（トラックピッチより狭い幅）として構成する。

【0110】このような構成によるMR/Ind複合型薄膜ヘッドを用いて、トラックピッチ5.2μm、トラック幅3.6μm、ガードバンド幅1.6μmとされ、即ちトラック密度4885TPI（Track Per Inch）とされたディスクリートの磁気ディスクに対して記録再生を行ったところ、再生ノイズの増加を招くことなく、再生出力の変動を回避することができて、再生特性の向上を図ることができた。

【0111】次に図18を参照して、磁気ヘッドの断面構成を説明する。基体30-6上に、ABS面30-7

に臨んで、MR素子30-1を挟んでMR素子30-1のシールドを成す第1及び第2の磁性層30-3及び30-4が積層されている。この上に、記録時の磁気ギャップを構成する非磁性の絶縁層30-8と第3の磁性層30-5が、同様にABS面30-7に臨んで積層される。また30-2は、第2及び第3の磁性層30-4及び30-5の、例えば各後方部の互いの磁氣的結合部を巡るように渦巻き状パターンに形成されたヘッド巻線を示し、この第2及び第3の磁性層30-4及び30-5によって、記録ヘッドが構成される。

【0112】MR素子1は、そのABS面30-7に対接する側に先端電極30-15が設けられ、他端には後端電極30-16が設けられ、ABS面30-7に対接又は対向する磁気ディスクからの信号磁界を検出するようになされる。30-18はMR素子30-1にバイアス磁界を与えるためのバイアス導体である。第2磁性層30-4は、再生時にはMR素子30-1のシールドとして、記録時には誘導用コアとして機能する。

【0113】第2の磁性層30-4の上面と第3の磁性層30-5の下面との距離（記録ギャップ）は、0.6  $\mu\text{m}$ とされ、MR素子30-1の中央と第1の磁性層30-3の上面の距離は0.2  $\mu\text{m}$ とされている。

【0114】この複合型薄膜ヘッドによれば、再生ヘッドのトラック幅を大とするために、再生出力の増大化を図ることができる。

【0115】更に、このような複合型薄膜ヘッドを用いてディスクリット型の磁気ディスクに記録再生を行う場合、再生フリンジングの発生を抑制することができると共に、再生ヘッドと磁気ディスクとのトラックの位置ずれに対する裕度を大とすることができるため、再生出力の変動を抑制することができ、再生出力特性の向上を図ることができる。

【0116】尚、幅 $W_{T1}$ と $W_{T2}$ はトラック幅の整数倍にしてもよい。また、記録ヘッドと再生ヘッドは兼用することも可能である。

【0117】図19は、図5、図6、図17、図18などを参照して説明した磁気ヘッド（記録ヘッドと再生ヘッド）が取り付けられるアームの構造を示している。同図に示すように、下筐体40-51には磁気ディスク40-52が、スピンドルモータ（図59の100-21）を介して回転自在に装着されている。また、この下筐体40-51には、軸40-54を中心として回転自在にアーム40-53が取り付けられている。図20に断面図で示すように、軸40-54とアーム40-53の間には、ボールベアリング40-55が設けられている。これにより、アーム40-53の回転時における摩擦が小さくなるようになされている。

【0118】アーム40-53の先端には、サスペンションパネ40-56が取り付けられ、このサスペンションパネ40-56の更に先端には、図示せぬジンバルパ

ネを介してスライダ40-57が取り付けられている。上述した磁気ヘッド（記録ヘッドと再生ヘッド）は、このスライダ40-57に取り付けられている。磁気ディスク40-52は2枚設けられ、その両面に磁性膜が設けられているため、各ディスクの両面に対向するように合計4個のスライダが設けられている。

【0119】アーム40-53の他端にはボイスコイル40-63（図6の21-15）が取り付けられている。このコイル40-63の下方と上方には、マグネット40-61と40-62（図6の21-14）が配置され、マグネット40-61からマグネット40-62に、また、その逆に、マグネット40-62からマグネット40-61に局部的に磁束が向かうようになされている。そして、コイル40-63は、この磁束を横切るように配置されている。その結果、コイル40-63に駆動電流を流すと電磁力が発生し、コイル40-63、従って、これが取り付けられているアーム40-53が、軸40-54を中心として回転する。その結果、スライダ40-57が（従って、そこに取り付けられている磁気ヘッドが）磁気ディスク40-52の所定の半径位置に移動することになる。

【0120】次に、図1のクロック信号生成部10-6に関するポイントについて説明する。

【0121】図21は、本発明を磁気ハードディスク装置に適用した場合の一実施例の構成を示す図である。両面磁気ディスク50-1A、50-1B（図19の40-52）は、スピンドルモータ50-2によって回転駆動される。磁気ヘッド50-3A、50-3Bは、それぞれ、アーム50-4A、50-4Bによって支持され、ボイスコイルモータ（VCM）50-5によって回転中心50-5Cを支点として回転させられて、両面磁気ディスク50-1A、50-1Bの上面のトラック50-502に追従して、これらのトラックに対して、データの書き込みおよび読み出しを行う。

【0122】2枚の磁気ディスク50-1A、50-1Bのトラック50-502は、シリンダ50-100を構成する。図示されていないが、両面ディスク50-1A、50-1Bの下面に対してデータの書き込みおよび読み出しを行う2つの磁気ヘッドが設けられており、磁気ヘッド50-3A、50-3Bと同様に、アーム50-4A、50-4Bによって支持され、VCM50-5によって回転中心50-5Cを支点として回転させられる。図2を参照して説明したように、磁気ディスク50-1A、50-1Bの表面のデータトラック中には、時刻標準を与えるクロックマーク20-11が、ディスク製造時にあらかじめ複数個刻印形成されている。なお、参照番号50-6は、スピンドルモータ50-2の回転中心すなわち磁気ディスク50-1A、50-1Bの回転中心を示す。

【0123】ホストコンピュータ50-50は、書き込



みコマンド、読み出しコマンド等のコマンドをインターフェースケーブル50-60を介してコントローラ50-70に供給する。コントローラ50-70は、磁気ハードディスク装置を制御するための制御信号を信号処理回路50-20に出力する。

【0124】磁気ヘッド50-3A、50-3Bによってディスク50-1A、50-1Bから読みだされた再生信号は、再生増幅回路50-21により所定の振巾に増幅される。再生増幅回路50-21の出力は、クロック抽出回路50-22、トラック位置誤差検出回路50-23、ホームインデックス抽出回路50-24、およびトラックアドレスデコーダ50-80に供給される。

【0125】クロック抽出回路50-22で抜き出された再生クロック信号(クロックマーク20-11)は、トラック偏心量測定部50-25に供給される。また、ホームインデックス抽出回路50-24により抜き出されたホームインデックス信号20-73(図4)すなわち回転位相原点信号も、トラック偏心量測定部50-25に供給される。トラック位置誤差検出回路50-23は、1対のウォブルマーク20-12、20-13の再生レベルの差からトラック位置誤差信号(トラッキングエラー信号)を生成し、トラッキングサーボ回路50-40とオフトラック判定回路50-90に供給する。

【0126】トラック偏心量測定部50-25は、後述する方法により、データトラック円50-502の、回転中心軸50-6に対する偏心量を、ディスクのホームインデックス発生位置を角度座標値0度とするディスク上の角位置 $\theta$ の関数として計測し、偏心量記憶部50-26にテーブル形式で記憶させる。この偏心量は、PLL回路50-30に供給され、クロック信号の時間軸誤差の補正に用いられる他、トラッキングサーボ回路50-40に供給され、VCM50-5の制御に利用される。

【0127】即ち、図21の本発明の実施例の特徴の1つは、記憶部50-26に記憶された偏心量が、読出回路50-27によってディスクの回転に同期して読み出され、D/Aコンバータ50-28によってアナログ信号に変換され、フィードフォワード補償器50-29によって補償処理すなわち速度信号への変換がなされた後、PLL回路50-30の電圧制御発振器(VCO)50-35の制御電圧としてフィードフォワードされる点にある。

【0128】PLL回路50-30は、位相比較器50-31と、この位相比較器50-31の出力に対して低域通過フィルタリング等の所定のフィルタ処理をするループフィルタ50-32と、このフィルタ50-32の出力に応じた位相と周波数のクロック信号を出力する電圧制御発振器50-35とを含み、位相比較器50-31が、クロック抽出回路50-22によって抜き出されたクロック信号と、電圧制御発振器50-35から出力

され、N分の1分周器50-36を介してフィードバックされるクロック信号との位相差を出力する。

【0129】図21の本発明の実施例の特徴は、ループフィルタ50-32とVCO50-35との間にアナログ加算器(演算増幅器)50-33を設け、フィードフォワード補償器50-29からスイッチ50-34を介して供給される信号を、ループフィルタ50-32から出力される信号に加算して、VCO50-35に供給する点にある。なお、ループフィルタ50-32および加算器50-33は、デジタル演算素子であってもよい。

【0130】このような構成になっているから、VCO50-35は、位相比較器50-31からの出力のみならず、偏心量記憶部50-26から、読出回路50-27、D/Aコンバータ50-28、フィードフォワード補償器50-29およびスイッチ50-34を経由して到来するトラック円偏心表示電圧によっても駆動される。したがって、VCO50-35は、ディスクから発生する例えば840個/1回転のクロックマークに同期したパルス信号にいわゆるクローズドループ動作で追従するとともに、記憶部50-26からの現在の瞬時の偏心量の予測信号により、オープンループ動作も行う。

【0131】すなわち、このような偏心のあるディスクの動作においては、 $\theta$ 方向(ディスクの回転方向)に固定した再生ヘッドから眺めて観測されるディスクからのクロックは、時間軸方向に粗密のゆらぎ(ジッタ)をもっている。このゆらぎの成分のうち、回転周波数(60Hz)に相当する成分は、大部分上記オープンループ動作により、VCO50-35が意図的に「加振」されることにより、クロック抽出回路50-22から出力されるクロック信号と、VCO50-35から出力されるクロック信号は、ほぼ $\pm 20\text{ ns}$ (ナノ秒)の同位相近辺まで接近させられる。

【0132】このオープンループ動作による位相接近により、上記クローズドループ動作は、ゆらぎ成分のうち主として振幅の小さい高周波成分(回転周波数の数倍乃至数十倍)を打ち消す動作をするだけで良い。よって、最終的には、クロック抽出回路50-22から出力されるクロック信号に対してVCO50-35の出力信号は、 $\pm 1\text{ ns}$ 以下の極めて近い発振位相に保持できる。

【0133】図2を参照して説明したように、データトラック円は、光ディスク製造装置と同様に、0.01ミクロン程度の送り精度をもつカッティングマシンで製作されるので、真円度の誤差は1ミクロンより十分小さい値となる。しかしながら、回転軸(図19の軸40-54)にこのようなディスクを取り付けると、ディスク中心、すなわちデータトラック円の中心は、回転軸に対して10乃至50 $\mu\text{m}$ 程度の取り付け誤差を生ずる。

【0134】このずれ(偏心)を計測する方法の詳細については、図25乃至図23を参照して後述するが、ここで図22を参照して簡単に説明しておく。

25

【0135】図22において、参照番号50-500は、トラック50-502の中心を示し、参照番号50-501は、ディスクの回転中心を示す。再生ヘッド50-3は、アーム50-4により支持されていてトラック50-502の中心上をトレースするように、トラッキングサーボ回路50-40で位置決めされている。

【0136】今、トラック50-502の半径を $r_0$  (m)、偏心を $\delta$  (m)、回転数を $N$  (Hz)とすると、トラック50-502の平均周速 $V_0$ は次のようになる。

$$【0137】 V_0 = 2\pi r_0 \times N \text{ (m/sec)}$$

【0138】半径 $r_0$ の円形トラック50-502に含まれるクロックマーク（図中丸印で示す）によるパルス数を $M$  (個/1回転)とすると、パルス間距離 $L_0$ は次のようになる。

$$【0139】 L_0 = 2\pi r_0 / M$$

【0140】これ再生ヘッド50-3が通過するのに要する時間 $T_0$ は、次のようになる。

$$【0141】 T_0 = L_0 / V_0 = (2\pi r_0 / M) / (2\pi r_0 \times N) = 1 / (N \times M)$$

【0142】例えば $N = 60.0$  Hz,  $M = 840$ ならば、

$$T_0 = 19.841 \text{ (}\mu\text{sec)}$$

である。

【0143】一方、半径が偏心により $r_2 = r_0 + \delta$ に増加した部分のパルス周期 $T_2$ と、 $r_1 = r_0 - \delta$ に減少した部分のパルス周期 $T_1$ は、次のようになる。

$$【0144】 T_2 = 2\pi r_0 / M / (2\pi r_2 \times N) = r_0 / r_2 \times (N \times M)$$

$$T_1 = 2\pi r_0 / M / (2\pi r_1 \times N) = r_0 / r_1 \times (N \times M)$$

【0145】従って、例えば、 $r_0 = 20$  mm,  $r_2 = 20.05$  mmのとき、 $T_2$ は、 $T_0 \times 1.0025$ となり、0.25%変化する。これは微小であるが、時間領域の量なので、比較的精度よく計測できる。

【0146】すなわち、この例では、 $T_0 = 19.841$  ( $\mu$ s)に対し、 $T_2 = 19.891$ 、 $T_1 = 19.792$  ( $\mu$ s)であるから、 $T$ の平均値と、最大値および最小値とは、各々約50 ns (ナノセカンド)の差がある。これは、現在の電子回路技術で十分な精度で計測できるから、偏心量の測定は、時間間隔の測定に帰着する。

【0147】このようにして1回転にわたり観測した偏心に対応する信号の進み遅れを、記憶部50-26にデジタル数値として蓄えることにより偏心テーブルの作成が完成する。

【0148】このようにして記憶部50-26に記憶された偏心テーブルを使用した、本発明によるVCO50-35のフィードフォワード制御は、次のように行われる。まず、読出回路50-27によりディスクの回転位

26

相に同期して記憶部50-26の内容を読み出し、D/Aコンバータに50-28よりアナログ電圧に変換し、さらにコイルL、コンデンサCおよび抵抗R（図示せず）で構成されるフィードフォワード補償器50-29により位相補償した後、スイッチ50-34およびアナログ加算器50-33を介してVCO50-35に印加する。VCO50-35の発振位相は、フィードフォワード補償信号を印加しないとき図23の実線で示すように大きく変化するが、印加すると図23の破線の如く、10 回転の全域にわたりほぼ0°に近づく。

【0149】図24は、本発明のクロック信号補正回路の第2の実施例を示す。図21の実施例では、記憶部50-26の格納内容としてディスクの回転各位置に対するトラック自身の変位（偏心量）を用いたが、図24の実施例では、トラック自身の変位は、一時記憶部50-251で一時的に蓄えられた後、図21のフィードフォワード補償器50-29と等価な演算が演算部50-252であらかじめ施され、それが記憶部50-26Aに格納される。従って、記憶部50-26Aに記憶される量20 は、偏心に対応した速度となる。

【0150】このようにすれば、図21のフィードフォワード補償器50-29を省略できる利点がある。すなわち、図21の補償器50-29すなわちフィルタは、実時間動作のため高速素子で構成する必要があるが、偏心測定は、1日に1回程度実行すればよいので、図24の実施例のごとく、図21の実施例の補償器50-29と等価な演算を予め施すことにすれば、演算部50-252等を安価な汎用のプロセッサで構成することができ20 利点がある。さらに、アナログ処理では困難な操作も実現出来る利点がある。

【0151】図24の実施例において、記憶内容選択部50-27Aは、コントローラ50-70からの指令に基づいて、記憶部50-26Aに格納されている複数のディスク面の偏心量に対応した量（すなわち速度）を選択的に取り出すものである。

【0152】図24の実施例では、上述のような構成であるから、図21の実施例と同様にして得られた偏心測定結果が、演算部50-252により所要の振幅位相特性に調整されたのち、記憶部50-26Aに蓄えられる。この偏心測定動作は、例えば電源スイッチ投入後の20 適当な時期に、複数ディスクの各面について独立に繰り返し行われる。ディスクは4面あるので各面に対応して設けられているヘッドを用いて、合計4回行なわれる。従って記憶部50-26Aには4種類の偏心量が蓄積される。

【0153】ここで、コントローラ50-70が、例えばディスク50-1B（図21参照）を選択した場合の動作を説明をする。このとき、選択部50-27Aは、記憶部50-26Aに記憶されている情報のうちから、ヘッド50-3Bにより検出された偏心データを、ディ



スク50-1Bの回転に同期して出力する。出力された偏心データは、メモリアドレスが、ディスク上の角位置座標に相当し、格納データがこの座標における偏心量に位相補償を施したものに相当する。

【0154】従って、これをD/Aコンバータ50-28でアナログ電圧に変換してから、加算器50-33を介してVCO50-35に印加すると、VCO50-35は、ディスクの偏心に起因するクロックの進み遅れを正確に打ち消し、VCO50-35の出力はディスクから再生されるクロックに極めて近い位相のパルスを発生出来る。

【0155】図24の実施例では、演算部50-252の偏心量に対する演算結果を記憶部50-26Aに記憶し、処理すべきディスク面に対応した演算結果を読み出すようにしているが、偏心量そのものを記憶しておき、処理すべきディスク面に対応した偏心量を読み出すようにしてもよい。

【0156】上述した本発明の実施例によれば、ディスク上に刻印されたクロックマークに極めて正確に同期したクロック信号を再生することが可能になり、このクロックをトラック位置誤差信号の検出やデータ符号の復調に利用すると、極めて良好な結果を得ることができる。また、クロック再生ループの帯域を広げずに、偏心周波数域のゲインを上げることができる。

【0157】次に、偏心量を測定する方法について説明する。

【0158】図25は、円形データトラックの1周に亘って物理的に等間隔にN個のクロックマーク信号(図2の20-11)が記録された磁気ディスクと、チャッキングされたディスクの回転中心から一定の半径に位置する状態に固定された再生ヘッドすなわち信号読み出しヘッドの軌跡との関係を示す。図25において、参照番号51-500は、円形データトラックの中心を示し、この中心51-500に対して同心円状にデータトラック51-D3乃至51-D7が形成され、各データトラックの1周に亘って物理的に等間隔にN個のクロックマーク信号51-CM(図2の20-11)が記録されている。

【0159】上述のような円形データトラックを有する磁気ディスクがスピンドルモータ回転軸51-501にチャッキングされたときに偏心51-511が生じる。参照番号51-503は、チャッキングされたディスクの回転中心51-501から一定の半径51-510に位置する状態に固定された再生ヘッドすなわち信号読み出しヘッドの円軌跡を示す。円軌跡51-503が円形データトラックの中心51-500に最も近づいた時、円軌跡51-503が通る円形データトラック上のクロックマーク信号51-CM間の距離51-513をヘッドが通過する時間が最も短くなり、円軌跡51-503が円形データトラック中心51-501から最も離れた

時、円軌跡51-503が通る円形データトラック上のクロックマーク間の距離51-514をヘッドが通過する時間が最も長くなる。これは、ディスク回転半径51-510が同じであり、ヘッド通過速度が同じだからである。

【0160】従って、チャッキングされたディスクの回転中心51-501から一定の半径51-510に位置する状態に固定された再生ヘッドすなわち信号読み出しヘッドから再生されるクロックマーク再生信号の時間間隔測定し、これを利用することにより、偏心51-511に起因する、ディスク角位置に対応した偏心量を得ることができる。

【0161】図26は、図21における偏心量測定部50-25を構成する時間間隔測定部51-70と、偏心量演算部51-25の具体的構成例を示す。偏心量記録部51-26は、図21の偏心量記録部50-26に対応する。図26の例では、時間間隔測定部51-70は、フリップフロップ51-71、カウンタ51-72、インバータ51-73、カウンタ51-74、発振器51-75およびスイッチ51-76を含んで構成される。偏心量演算部51-25は、CPU51-251、メモリ51-252、ラッチ51-253および51-254、ならびに演算器51-255を含んで構成される。偏心量記憶部51-260は、メモリ51-260を含んで構成される。なお、CPU51-251は、メモリ51-252に対するメモリアクセス機能も有している。

【0162】フリップフロップ51-71は、ディスクから再生されるクロックマーク再生信号51-CMSが到来する毎にTTLレベルでHighとLowに切り変わるパルス信号51-TDを出力する。このパルス信号51-TDは、そのままカウンタ51-72に供給されるとともに、インバータ51-73によって反転されてカウンタ51-74に供給される。

【0163】カウンタ51-72は、パルス信号51-TDがHighの間の時間間隔を発振器51-75を用いて測定し、時間間隔測定値51-CTAを出力する。他方、カウンタ51-74は、インバータ51-73から出力されるパルス信号のHighの時間間隔すなわちパルス信号51-TDのLowの時間間隔を発振器51-75を用いて測定し、時間間隔測定値51-CTBを出力する。

【0164】スイッチ51-76は、カウンタ51-72から出力される時間間隔測定値51-CTAおよびカウンタ51-74から出力される時間間隔測定値51-CTBを、CPU51-251がホームインデックス信号51-HIS(図4の20-73)に基づいて出力するコントロール信号51-CNTに従って交互にカウント値51-250として出力する。メモリ51-252は、スイッチ51-76から供給される $(N+N/2)$

個の(1回転半分の)時間間隔測定値51-250を、CPU51-251がホームインデックス信号51-HISに基づいて出力するコントロール信号51-CS2およびアドレス51-AS2に従って順次記憶する。

【0165】メモリ51-252に記憶された時間間隔測定値は、CPU51-251から出力されるコントロール信号51-CS2およびアドレス信号51-AS2に従って読み出される。読み出された第p番目の時間間隔測定値は、CPU51-251から出力されるラッチ信号51-LHAに従ってラッチ51-253に保持される。読み出された第 $(p+N/2)$ 番目の(第p番目のサンプリング位置から、ディスクが1/2回転したサンプリング位置の)時間間隔測定値は、CPU51-251から出力されるラッチ信号51-LHBに従ってラッチ51-254に保持される。

【0166】減算器51-255は、第p番目の時間間隔測定値から第 $(p+N/2)$ 番目の時間間隔測定値を減算する。減算器51-255は、この減算を $p=1$ 乃至Nのそれぞれについて行う。減算器51-255から得られるN個の減算結果は、CPU51-251がホームインデックス信号51-HISに基づいて出力するコントロール信号51-CS1およびアドレス信号51-AS1に従ってメモリ51-260に順次記憶される。

【0167】メモリ51-260に記憶された減算結果は、ディスク角位置に対応した偏心量であり、円形データトラック51-D3とヘッド軌跡51-503(図25参照)との偏心に起因する距離を表し、CPU51-251がホームインデックス信号51-HISに基づいて出力するコントロール信号51-CS1およびアドレス信号51-AS1に従って偏心量51-261として読み出され、偏心補正を行うための偏心距離テーブルとして利用することができる。

【0168】図27は、図26の構成例における、クロックマーク再生信号51-CMSと測定される時間間隔との関係を示す図である。図27において、第n番目のクロックマーク再生信号51-CMSと第 $(n+1)$ 番目のクロックマーク再生信号51-CMSの時間間隔のカウント値を $t(n)$ と表すと、図25の円軌跡51-503が円形データトラック中心51-500から最も離れた時のカウント値を $t(k)$ とした時、最も近づいた時のカウント値は $t(k+N/2)$ となる。

【0169】図28は、図26のように構成された時間間隔測定部51-70により測定されたクロックマーク再生信号の時間間隔の一例、すなわちメモリ51-252に記憶されるカウント値列51-250をデータ番号(サンプリング番号)に関連づけて表したものである。図28において、図25の円軌跡51-503が円形データトラック中心51-500から最も離れた時のカウント値は $t(k)$ であり、最も近づいた時のカウント値は $t(k+N/2)$ である。

【0170】図29は、図26のように構成された偏心量記憶部51-26のメモリ51-260にディスクの回転角に関連づけて記憶される偏心量の一例、すなわち円形データトラックとヘッド軌跡51-503(図25参照)との偏心に起因する距離を表し、前述のように、第p番目の時間間隔測定値から第 $(p+N/2)$ 番目の時間間隔測定値を減算して得られる偏心測定結果である。メモリ51-260に記憶されたデータ列51-261は、ディスク角位置に対応した偏心距離テーブルとして、偏心補正を行うために利用できる。

【0171】図30は、図21の偏心量測定部25の他の実施例の構成を示す。時間間隔測定部51-70Cは、ホームインデックス信号51-HISを使用して、ディスクから再生された第 $(n+m)$ 番目( $n$ は1乃至Nのいずれかの整数)のクロックマーク再生信号51-CMSと、第 $(n+m+1)$ 番目のクロックマーク再生信号51-CMSとの時間間隔の測定を、 $m=0$ 乃至 $(N+N/2-1)$ の整数のそれぞれについて行う。時間間隔測定部51-70Cによって測定された時間間隔測定値は、メモリアクセス部51-251Cがホームインデックス信号51-HISに基づいて出力するコントロール信号51-CS8およびアドレス信号51-AS8に従って、メモリ51-252Cに順次記憶される。

【0172】メモリ51-252Cに記憶された時間間隔測定値は、メモリアクセス部51-251Cがホームインデックス信号51-HISに基づいて出力するコントロール信号51-CS8およびアドレス信号51-AS8に従って読み出される。加算器51-255Cは、読み出された第p番目の時間間隔測定値から第 $(p+N/2)$ 番目の時間間隔測定値までの $N/2$ 個の加算(即ち、1/2回転分の加算)を、 $p=1$ 乃至Nの整数のそれぞれについて実行する。加算器51-255Cで得られた加算結果は、メモリアクセス部51-251Cがホームインデックス信号51-HISに基づいて出力するコントロール信号51-CS9およびアドレス信号51-AS9に従ってメモリ51-256Cに順次記憶される。

【0173】他方、加算器51-255Cで得られた加算結果は、加算器51-257CでN個分加算(即ち、1回転分の加算)され、加算器51-257Cで得られた加算結果は、除算器51-258Cで $1/N$ され、平均値51-AV3が出力される。

【0174】メモリ51-256Cに記憶された加算結果は、メモリアクセス部51-251Cがホームインデックス信号51-HISに基づいて出力するコントロール信号51-CS9およびアドレス信号51-AS9に従って順次読み出される。減算器51-259Cは、読み出された第k番目の減算結果から平均値AV3の減算を $k=1$ 乃至Nの整数のそれぞれについて実行する。減算器51-259Cで得られた減算結果は、メモリアクセ

31

ス部51-251Cがホームインデックス信号51-HISに基づいて出力するコントロール信号51-CS10およびアドレス信号51-AS10に従ってメモリ51-260Cに順次記憶される。

【0175】メモリ51-260Cに記憶された減算結果は、ディスク角位置に対応した偏心量であり、円形データトラック51-D3とヘッド軌跡51-503（図25参照）との偏心に起因する距離を表し、メモリアクセス部51-251Cがホームインデックス信号51-HISに基づいて出力するコントロール信号51-CS10およびアドレス信号51-AS10に従って偏心量51-261Cとして読み出され、偏心補正を行うための偏心距離テーブルとして利用することができる。従って、図30の実施例は、ノイズを低減できるとともに、時間間隔測定に使用するカウンタ長を短くすることができる。

【0176】図31は、図30に示された実施例における、クロックマーク再生信号と測定された時間間隔51-250Cとの関係を示す。図31において、第2番目のクロックマーク再生信号51-CMSと、第(n+1)番目のクロックマーク再生信号との時間間隔は、t(n)である。

【0177】図32は、図30に示された実施例において、時間間隔測定部51-70Cにより測定されメモリ51-252Cに記憶されたクロックマーク再生信号の時間間隔51-250C、ならびに除算器51-258Cから出力される平均値51-AV3を示す図である。時間間隔測定部51-70Cは、測定手段の持つ最小時間単位を計測する。最小時間単位が偏心量に対して粗い時、測定された時間間隔データ列51-250Cはディスク角位置に対してステップ状になる。ステップ状に測定された時間間隔データ列51-250Cを、加算器51-255Cにおいて加算する数N/2が十分大きければ、得られる偏心情報はディスク角位置に対して滑らかに再現できる。

【0178】図33は、図30に示された実施例におけるメモリ51-260Cにディスクの回転角に関連づけて記憶される偏心量の一列51-261C、すなわち円形データトラック51-D3とヘッド軌跡51-503（図25参照）との偏心に起因する距離を表し、メモリ51-260Cに記憶されたデータ列51-261Cは、ディスク角位置に対応した偏心距離テーブルとして、偏心補正を行うために利用できる。

【0179】なお、以上においては、クロックマークから偏心を測定するようにしたが、図2に示したサーボデータ記録領域20-40に記録されているサーボパターン（ユニークパターン20-72、グレーコード20-71、ウォブルドマーク20-12、20-13など）から測定するようにしてもよい。

【0180】次に、図1のトラッキングサーボ部10-

32

7に関するポイントについて説明する。

【0181】図34は、磁気ディスク装置においてトラッキング制御する場合の一実施例の構成を示す。磁気ディスク60-2（図21の50-1A、50-1B）は、スピンドルモータ60-8によって回転駆動される。磁気ヘッド60-10（図17、図18に示した構成を有している）は、アーム60-12によって支持され、ボイスコイルモータ（VCM）60-14によって回転させられて、磁気ディスク60-2に対してデータの書き込みおよび読み出しを行う。

【0182】磁気ディスク60-2には、図2を参照して説明したように、同心円状または螺旋状の多数のトラック60-4が形成され、トラック60-4にはヘッド60-10を位置決め（トラッキング制御）するための粗（グレーコード20-71）と精密（ウォブルドマーク20-12、20-13）のサーボパターンが予め記録されている。スピンドルモータ60-8の回転軸は、例えば3600rpmで駆動される。

【0183】再生増幅回路60-21は磁気ヘッド60-10の出力を増幅し、トラック位置誤差検出回路60-23とトラックアドレスデコーダ60-32に出力する。トラックアドレスデコーダ60-32は、入力信号からグレーコードのトラックアドレスを読み取り、所望の（アクセスすべき）トラックのアドレスと比較し、その差を粗信号として位置発生器60-36に出力する。トラック位置誤差検出回路60-23は、入力信号からウォブルドマークに対応する信号を検出し、磁気ヘッド60-10のトラックからのずれに対応したトラッキングエラー信号を出力する。この信号は、A/Dコンバータ60-34によりA/D変換され、位置発生器60-36に供給される。

【0184】位置発生器60-36は、トラックアドレスデコーダ60-32の出力と、A/Dコンバータ60-34が出力するトラッキングエラー信号とを加算して、位置信号（最終的なトラッキングエラー信号）を生成する。

【0185】フィードバック制御部60-40は、位置発生器60-36からの位置信号とトラックのサーボ基準を示す信号（磁気ヘッドを配置すべき位置に対応し、その位置がトラックの中央のとき、この信号は0となる）との差を求めて位置誤差信号を出力する減算器60-41と、この位置誤差信号に対してPID（Proportional plus Integral plus Derivative action）動作（比例積分微分動作）を行うための構成要素60-42、60-43および60-44と、これらの構成要素の出力を加算する加算器60-45とを備えている。フィードバック制御部60-40は、D/Aコンバータ60-70および駆動増幅器60-80を介してVCM60-14を駆動し、磁気ヘッド60-10をトラック60-4

の基準位置（通常中心）に位置決めする動作（いわゆるクローズドループ動作）を実行する。以上は公知の技術である。

【0186】図34の本発明の実施例の特徴は、偏心量記憶部60-26を有するフィードフォワード制御部60-60を設けた点と、このフィードフォワード制御部60-60の出力信号を、位相補償回路60-75で位相補償（イコライズ）した信号と、フィードバック制御部60-40の出力信号とを加算してD/Aコンバータ60-70に供給する加算器60-56を設けた点にある。このフィードフォワード制御部60-60を構成する偏心量記憶部60-26としては、図21の偏心量記憶部50-26（図26の偏心量記憶部51-26）をそのまま用いることができる。即ち、偏心量記憶部60-26には、図25乃至図33を参照して説明したように、偏心に対応したデータが記憶されている。

【0187】偏心量記憶部60-26に記憶されたフィードフォワードデータが、上記の1回転分の偏心測定動作時と同一のタイミングで参照され、フィードフォワード制御出力60-57として出力される。この信号は、位相補償回路60-75により位相補償（進相）された後、加算器60-56に入力される。加算器60-56はこの信号をフィードバック制御部60-40の出力60-52に加算した後、A/Dコンバータ60-70を介してVCM駆動増幅器60-80に供給する。駆動増幅器60-80はこれに応じてVCM60-14を駆動する。

【0188】偏心量記憶部60-26の制御量データを、偏心を計測したときと同一のタイミングで参照するための基準信号としては、ディスク60-2上に記録されたサーボパターン60-6（例えば上述したクロックマーク）をヘッド60-10が再生した信号や、スピンドルモータ60-8の回転角信号などを用いればよい。

【0189】上記構成をとることにより、位置発生器60-36、フィードバック制御部60-40、D/Aコンバータ60-70およびVCM駆動増幅器60-80で構成するクローズドループ制御が目標とするトラック基準位置に対する定常位置決め偏差をさらに減少させることができるが、その原理は以下の通りである。

【0190】図35は、図34の実施例を簡略化したブロック線図である。図35中、60-151はVCM60-14を駆動する回路系すなわちフィードバック制御部60-40の伝達関数、60-152は制御対象であるVCM60-14の伝達関数、 $r$ は目標トラックの基準値、 $x$ はヘッド位置、 $d$ はトラック偏心、 $y$ は観測位置、であり、これは、公知技術と同一である。 $U_{ff}$ は、本発明で新たに付加したフィードフォワード制御出力である。

【0191】図35における残留外乱成分 $d'$ は、次の式で示すことができる。

$$d' = d + G(j\omega) \cdot U_{ff}$$

【0192】ところが、上述の方法で計算したフィードフォワードデータを用いてトラッキング制御した場合、フィードフォワード制御出力 $U_{ff}$ は、

$$U_{ff} = -\text{inverse}(G(j\omega)) \cdot d$$

ただし、 $G(j\omega) \cdot \text{inverse}(G(j\omega)) = 1$ となり、これより $d' = 0$ を得る。

【0193】したがって、図34の本発明の実施例によれば、トラック偏心の影響を打ち消すことができ、目標トラック中心に対する定常位置決め偏差を減少させることができる。

【0194】本発明においては上述したように、磁気ディスクにトラックを刻印により予め形成するとともに、ウォブルマーク、グレーコード、その他のサーボマークの他、クロックマーク、セクタ番号、トラック番号なども刻印により予め成形される。このように、所定のマークが予め刻印形成された磁気ディスクを、後述する筐体に組み込むようにした場合、50 $\mu$ m程度の偏心が発生することは避けることができない。正確な記録再生を行うには、トラックと磁気ヘッドとの位置ずれ誤差は0.1 $\mu$ m程度とすることが好ましい。

【0195】例えばISO-10089(B)で定義されているサンプルドサーボ方式の130mmの径の光磁気ディスクにおいては1367個の、また、ANSI-X3.213-1993で定義されているサンプルドサーボ方式の90mmの径の光磁気ディスクでは、1472個の、それぞれサーボ領域がディスク1回転（1周）について形成されるようになされている。従って、これを60Hzで回転させると、サーボデータのサンプリングレートは80kHz乃至88kHzとなる。これにより、40kHz以下の帯域を持つ位置信号が得られる。

【0196】光磁気ディスクの記録再生に用いられる光ヘッドのトラッキングサーボは、光磁気ディスクにレーザビームを照射する微小な対物レンズをボイスコイルで駆動するだけの構成であるため、例えば図36に破線で示すように、ほぼ30kHzで利得が1となるようなトラッキングサーボ系を構成することができる。ディスクの回転周波数を60Hzとすると、その利得は約500倍となる。従って、50 $\mu$ mの偏心があったとしても、追従誤差を0.1 $\mu$ m程度に抑圧することができる。

【0197】これに対して、本発明の適用対象とされる磁気ディスク装置においては、上述したように、磁気ヘッドを保持するアームをボールベアリングで回転自在に支持し、このアームを回転させることによってトラッキング制御が行われる。従って、駆動対象部の質量が光ヘッドにおける場合より極めて大きく、10kHz付近に機械的共振が発生する。

【0198】このため、図36に実線で示す磁気ディスク装置におけるトラッキングサーボ系の利得を全体的に

上昇させ、図中破線で示す位置まで移動するようにすると、機械的共振周波数近傍において発振が発生する。このため、サーボ系の全体の利得を大きくすることはできない。

【0199】また、トラッキングサーボ系の全体の利得を上昇させると、高域の利得も上昇するため、ナイキストの定理に従って、サーボデータのサンプリング周波数を大きくしなければならない。このことは1トラック当たりのサーボデータの数を増加することを意味するから、それだけディスクの記録容量が小さくなることを意味する。

【0200】また、逆に、サーボ系の利得を図36において、実線で示す大きさに設定しておく、回転周波数である60Hzにおいて、50倍程度の利得しか得ることができないため、50μmの偏差を、精々1μm程度にしか抑圧することができない。

【0201】しかしながら本実施例によれば、上述したように、回転周波数である60Hzにおいて、フィードフォワード信号が通常のトラッキングエラー信号に付加される。その結果、トラッキングサーボ系の見かけ上の利得は、図37に示すように、60Hzの周波数において、局部的に大きくなる。このフィードフォワード信号により、10倍程度の利得を得ることができるため、上述したクローズドループによる残留誤差1μmを0.1μmに抑圧することができる。これにより、結局、少なくとも60Hzの周波数においては、500倍の利得を得ることができたことになり、50μmの偏差を0.1μmに抑圧することができる。

【0202】このように回転周波数近傍においてのみ利得を上昇させるようにし、全体の利得を上昇させないようにすると、全体の利得を上昇させる場合に較べて、利得1になる周波数を約1桁だけ小さくすることができる。即ち、図36の破線で示した場合、30kHzであるが、図37の実線で示した場合、3kHzとなる。

【0203】3kHzまでの位置情報の再現に必要なサンプリング周波数はナイキストの定理により、最低6kHzである。しかしながら、このナイキストの周波数は、情報を失う寸前の周波数であるから、実用的には、その5乃至10倍のサンプリング周波数が必要である。このため実用的なサンプリング周波数は6kHz×10÷60Hz=1000(個/周)となる。即ち、1周当たり1000個のサーボデータ記録領域があればよいことになる。実験の結果、1周当たりのサーボデータ記録領域の数を840個または420個とした場合においても良好な位置決め特性を得ることができた。

【0204】次に、図1のトラッキングサーボ部10-7に関するポイントのうち、オフトラックを検出するポイントについて説明する。

【0205】図38は、オフトラックを検出する検出回路の一実施例の構成を示している。ウインドウコンパレ

ータ70-1には、例えば図21におけるトラック位置誤差検出回路50-23の出力するトラッキングエラー信号が供給される。このウインドウコンパレータ70-1にはまた、基準電圧発生回路70-2が出力する基準電圧が供給されている。この基準電圧としては、ウインドウを構成する上側閾値としての基準電圧と、下側閾値としての基準電圧とが含まれている。

【0206】即ち、ウインドウコンパレータ70-1はトラッキングエラー信号とこの2つの閾値とを比較し、トラッキングエラー信号のレベルが上側閾値より大きい10か、下側閾値より小さいとき、検出信号を判定回路70-3に出力する。判定回路70-3は、入力された信号から記録動作を中止するか否かを判定し、判定結果を図1の記録部10-9に出力する。記録部10-9においては、この信号が入力されたとき記録動作を停止する。

【0207】次に、図39のフローチャートを参照してウインドウコンパレータ70-1と判定回路73-3の詳細な判定動作について説明する。

【0208】最初にステップS70-1において、トラッキングエラー信号がウインドウ内に存在するか否かを判定する。このステップはウインドウコンパレータ70-1により判定される。トラッキングエラー信号がウインドウの範囲を超えたとき、ステップS70-2において、その数を変数Nにセットされる。即ち、変数Nはトラッキングエラー信号のレベルが、ウインドウの範囲を超えた回数を示している。

【0209】次にステップS70-3に進み、トラッキングエラー信号がウインドウの範囲を超えた連続回数が記憶される。即ち、トラッキングエラー信号はウオブルドマークが到来する度に(セグメント周期で)サンプリングされるのであるが、連続するセグメントでウインドウの範囲を超えたとき、その回数が記憶される。そして、ステップS70-4において、その記憶した連続回数が3回以上であるか否かが判定される。連続3回ではないとき、ステップS70-5に進み、過去4回のサンプリングのうち、3回のサンプリングがウインドウの範囲を超えているか否かが判定される。ステップS70-5における判定もNOである場合、ステップS70-6に進み、終了が指令されていなければ、ステップS70-1に戻り、同様の処理が繰り返される。

【0210】ステップS70-4において、ウインドウの範囲を超える回数が連続して3回あった判定された場合、またはステップS70-5において、過去4回のサンプリングのうち、3回がウインドウの範囲を超えている判定された場合、ステップS70-7に進み、記録動作を停止するパルスを出力する。このパルスは、図1の記録部10-9に供給され、記録部10-9はこのパルスが入力されたとき記録動作を停止する。ステップS70-7の次にステップS70-6以降の処理が繰り返される。

【0211】即ち、この実施例の磁気ディスクにおいては、25kHzと言う高い頻度で位置データが得られるように、サーボデータ記録領域が形成されているため、検出ウィンドウを外れる位置データが所定の頻度以上発生したとき、初めて記録動作を停止するようにしている。

【0212】ウィンドウの範囲を1回でも超えたとき、直ちに記録動作を停止させるようにすることも理論的には可能である。この場合、ウィンドウの幅を狭くすれば、磁気ディスク装置に大きな衝撃が加えられたとき、磁気ヘッドが隣のトラックに移動して、そこにデータが記録されてしまうことを確実に防止することができる。しかしながら、ウィンドウの幅をあまり狭くすると、わずかのノイズが発生した場合においても、直ちに記録動作が停止されてしまい、スループットが低下する。逆にウィンドウの幅を広くし過ぎると、逆方向のノイズが発生した場合、実際には隣接するトラックに移動してしまったときでも、これを検出することができなくなり、隣のトラックにデータを誤って記録してしまうようなことが発生する。

【0213】そこで上述したように、所定の頻度でオフトラック検出された場合に、記録動作を停止するようにするのが好ましい。

【0214】ウィンドウは、基準位置を中心に、正負両方向に等しい幅に設定される。このウィンドウの基準位置からの幅(ウィンドウの1/2の幅)を $0.75\mu\text{m}$ (トラッキングエラー信号のレベルと、磁気ヘッドのトラックの基準位置からの相対的な位置ずれとは対応させることができる)とする場合、上述した判定処理を行うことにより、例えば10Gの衝撃が加えられたときにおける誤り検出確率を $10^{-3}$ 以下にすることができる。また、100Gの衝撃が加えられた場合、オフトラックの量が $0.95\mu\text{m}$ 以下の状態において、記録動作を停止することができる確率を95%以上にすることができる。

【0215】次に、その理由について説明する。

【0216】いま磁気ヘッドが取り付けられているアームの回転中心の一方の側と他方の側のアンバランスが $0.1\text{g}\cdot\text{cm}$ 以下であり、ウォブルマークのサンプリング周波数が25kHzであり、位置信号のS/Nが31dBであるとする(トラック幅を $5\mu\text{m}$ とし、ノイズによるずれを $0.07\mu\text{m}$ とすると、その比は31dBとなる)。

【0217】さらにまた、アームのイナーシャを $1.06\times 10^3\text{g}\cdot\text{mm}^2$ とし、アームの長さ $r$ を36mmとする。そして、 $0.1\text{g}\cdot\text{cm}$ のアームアンバランスのあるときに、10Gのショックが加わったときのシミュレーションの結果を図40(図40は、ショックが10Gの大きさの場合と、100Gの大きさの場合とを示している)に示す。同図より明らかなように、片側で(左方

向または右方向に) $0.12\mu\text{m}$ のオフトラックが生じる。このうちオフトラックが $0.1\mu\text{m}$ 以上となっている区間において、誤検出する可能性があるとする。また、この区間の時間は約1.8ms(45サンプル)となる。

【0218】10Gのショック時における最大のオフトラックは、 $0.6\mu\text{m}$ である。そこで1.8ms(45サンプル)の期間、 $0.6\mu\text{m}$ のオフトラックを生じているものと仮定し、誤検出の確率を概算すると、位置信号のS/Nを31dBとしたとき、実位置よりも片側に $0.15\mu\text{m}$ 以上ずれて観測される確率は、 $1.62\times 10^{-2}$ となる。これより $0.6\mu\text{m}$ のオフトラックを生じているときに、連続する4サンプル中、3サンプル以上がウィンドウ( $0.75\mu\text{m}$ 以内)をはずれているものと誤検出される確率は、 $1.68\times 10^{-5}$ となる。この区間(45サンプル)内の任意の連続する4サンプル中、3サンプル以上がウィンドウをはずれて検出される確率は、この約40倍となるから、約 $7\times 10^{-4}$ となり、誤検出確率は $10^{-3}$ 以下となる。

【0219】一方、 $0.1\text{g}\cdot\text{cm}$ のアームアンバランスがあるときに、図40(a)に示すように、100Gのショックが加えられた場合、ショック印加後のオフトラックは図40(b)に示すようになる。同図に示すようにウィンドウの範囲( $\pm 0.75\mu\text{m}$ )を超える $\pm 1.2\mu\text{m}$ のオフトラックが発生しており、記録を停止する必要があることがわかる。

【0220】図41は、ショック印加直後の応答を拡大して示すものである。オフトラックが $0.7\mu\text{m}$ 乃至 $0.9\mu\text{m}$ 程度の区間においては、磁気ヘッドが約 $0.03\mu\text{m}/\text{サンプリング}$ の速度で移動することが判る。実際にはノイズの影響でヘッドの移動軌跡が変化し、スピードも増減するから、最悪の場合を想定して、 $0.04\mu\text{m}/\text{サンプリング}$ の速度で移動した場合を考える。

【0221】図42は、このようにして100Gの衝撃が加えられた場合において、磁気ヘッドがオフトラックしていく様子を表している。 $0.95\mu\text{m}$ 以下のオフトラック状態において、オフトラックを検出することができればよいとしたが、位置検出タイミングのずれ(最大1サンプル存在する)を考慮すると、図42において、 $0.91\mu\text{m}$ のオフトラックの時点でオフトラックがあったことを検出できるのが好ましい。そこで、ノイズが $\sigma=0.07\mu\text{m}$ の正規分布に従うものとして、磁気ヘッドが図42の軌跡に沿って移動すると、 $0.91\mu\text{m}$ のオフトラック位置までの時点において、任意の連続する4サンプル中、3サンプル以上がウィンドウ( $\pm 0.75\mu\text{m}$ 以内)をはずれたものとして検出される確率を求めると、95.1%となる。

【0222】このことから、磁気ヘッドが図42に示す軌跡以外の軌跡に沿って移動した場合(位置検出タイミングがずれている場合)でも、95%以上の確率で、



0.95  $\mu\text{m}$ 以下のオフトラックの状態、オフトラックの検出が可能であることが判る。

【0223】ちなみに、図42の0.95  $\mu\text{m}$ のオフトラックの時点までの検出率は99.7%となるので、最悪でも、0.99  $\mu\text{m}$ 以内においてオフトラックの検出を期待することができる。

【0224】図43は、S/Nを31dBとし、ノイズを加算したシミュレーションにおける100Gの衝撃に対する応答例を表している。同図において、破線が実際のオフトラック量を表し、実線が観測位置を表している。この場合、オフトラック量がウインドウの閾値としての0.75  $\mu\text{m}$ を超えた後、4サンプル目の約0.9  $\mu\text{m}$ となった時点において、オフトラックずれが検出され、0.95  $\mu\text{m}$ 以下の時点において記録を停止することが可能である。

【0225】このようにトラッキングエラー信号から衝撃を検出することで、例えば磁気ディスク装置の内部に圧電素子を設ける等して衝撃を検出する場合に較べて極めて迅速に衝撃を検知し、記録動作を停止することが可能となる。

【0226】次に、図1の再生部10-8のポイントについて説明する。

【0227】上述したようにしてデータや各種のマークが記録されている磁気ディスクから再生されたデータをデコードするのには、例えば-2, 0, +2の3つの閾値による3値レベル検出方法が考えられるが、回路構成が簡単で済むという利点を有する反面、検出能力が比較的低いという欠点を有する。

【0228】従って、このデコード方法は、その欠点を考えると、データ領域のデータをデコードする場合に適用することはともかく、セクタのID部(図2のグレースコード20-72、セクタ番号20-41a、トラック番号20-41b1, 20-41b2)などのように、IDをデコードした後に、そのセクタにデータの読み書きを行うか否かを、すばやく判断すべき部分には、不向きである。

【0229】そこで、パーシャルレスポンス方式を利用して、磁気ディスクにデータを記録再生する方法として、例えば「Viterbi Detection of Class IV Partial Response on a Magnetic Recording Channel」IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, VOL. COM-34, NO. 5, MAY 1986などに記載されている、いわゆるWoodのアルゴリズムが知られている。

【0230】この文献で述べられているWoodのアルゴリズムでは、パーシャルレスポンスクラスIV(パーシャルレスポンス(1, 0, -1))と等価な一対のパーシャルレスポンス(1, -1)にあわせて、ビタビアルゴリズムを簡略化し、生き残りパスパターンが、図4

4示す、  
状態<-1>→状態<-1>かつ状態<-1>→状態

<+1>(同図(a))

状態<-1>→状態<-1>かつ状態<+1>→状態

<+1>(同図(b))

状態<+1>→状態<+1>かつ状態<+1>→状態

<-1>(同図(c))

の3パターンのうちのいずれになるかを判定することにより、誤り率の改善された復号データを得ることができるようになされている。

【0231】ここで、以下、3つの生き残りパスパターンを、それぞれ→↑(上向きの発散)、→→(平行パス)、→↓(下向きの発散)という3種の2文字記号で表すことにする。

【0232】即ち、Woodのアルゴリズムによれば、生き残りパスパターンとして、上向きの発散(→↑)または下向きの発散(→↓)が現れたとき、その地点(location k)より1つ前の発散が現れた地点(location p)から、その地点(location k)までのパスを確定することができ、これを繰り返すことによりデータの復号を行うことができるようになされている。

【0233】図45は、このようなWoodのアルゴリズムを利用して、磁気ディスク(図2に示したフォーマットを有する)からのデータをデコードし、さらにその誤り検出を行う再生回路80-80の構成例を示している。

【0234】磁気ディスクからのデータは、処理回路80-10または80-20に入力され、その偶数列サンプルまたは奇数列サンプルが、個別にそれぞれ処理された後、合成回路80-2において、切換回路80-1が出力する切換信号のタイミングに基づいて、元の順序に復元され、出力される。

【0235】なお、図45では、偶数列サンプルを処理する処理回路80-10の構成が詳細に示されているが、奇数列サンプルを処理する処理回路80-20も同様に構成される。

【0236】処理回路80-10において、磁気ディスクからのデータは、切換回路80-1から出力される切換信号(even/odd(図においては、oddにバー(-)を付して示してある))に対応して、偶数列サンプル/奇数列サンプルのタイミングでON/OFFするスイッチ80-11を介して減算回路80-12およびレジスタ80-13bに供給される。即ち、減算回路80-12およびレジスタ80-13bには、磁気ディスクからのデータの偶数列サンプルが供給される。

【0237】レジスタ80-13bは、1つ前の発散地点におけるサンプル値 $y_p$ を記憶し、減算回路80-12は、入力された偶数列サンプル(磁気ディスク部10-2からのデータの偶数列サンプル) $y_k$ から、レジスタ80-13bに記憶されている値 $y_p$ を減算して  
( $y_k - y_p$ )を演算して、比較回路80-14に出

力する。

【0238】比較回路80-14は、閾値である+2, 0, -2、減算回路80-12の出力( $y_k - y_p$ )、およびレジスタ80-13aに記憶されている $\beta$ に対応して、表2および表3に示す演算処理を行い、演算結果に\*

\*対応して、表2、表3に示す出力データを出力する。この演算の詳細は、図46を参照して後述する。

【0239】

【表2】

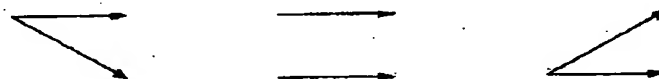
$\beta = 1$ のとき			
入力条件 条件パターン	$y_k - y_p \leq -2$ A	$-2 < y_k - y_p \leq 0$ B	$0 < y_k - y_p$ C
更新のルール	$y_p \leftarrow y_k$ $\beta \leftarrow -1$	$y_p \leftarrow y_p$ $\beta \leftarrow \beta$	$y_p \leftarrow y_k$ $\beta \leftarrow +1$
出力データ	new $\beta = -1$ UPDATE=1 DATA=1 p or k=p	new $\beta = *$ UPDATE=0 DATA=0 p or k=k	new $\beta = 1$ UPDATE=1 DATA=0 p or k=p



【0240】

【表3】

$\beta = -1$ のとき			
入力条件 条件パターン	$y_k - y_p \leq 0$ D	$0 < y_k - y_p \leq 2$ E	$2 < y_k - y_p$ F
更新のルール	$y_p \leftarrow y_k$ $\beta \leftarrow -1$	$y_p \leftarrow y_k$ $\beta \leftarrow \beta$	$y_p \leftarrow y_k$ $\beta \leftarrow +1$
出力データ	new $\beta = -1$ UPDATE=1 DATA=0 p or k=p	new $\beta = *$ UPDATE=0 DATA=0 p or k=k	new $\beta = 1$ UPDATE=1 DATA=1 p or k=p





43

【0241】ここで、表2または表3に示すように、比較回路80-14より出力される $\beta$ は+1および-1のうちのいずれかの値をとり、1つ前の発散が、上向きの発散( $\rightarrow\uparrow$ )であった場合、 $\beta$ には1がセットされ、1つ前の発散が、下向きの発散( $\rightarrow\downarrow$ )であった場合、 $\beta$ には-1がセットされる。従って、 $\beta$ は、1つまえの発散の種類(1つ前の発散が、上向きの発散であったか、あるいは下向きの発散であったか)を示す。

【0242】レジスタ80-15は、図示せぬPLLより出力されるPLLクロックを計数し、計数値 $k$ (サンプリング時刻)を記憶する。レジスタ80-16は、比較回路80-14が出力する更新命令(UPDATE)に対応して、レジスタ80-15の計数値 $k$ を、 $p$ (1つ前の発散がおきた時刻)として記憶する。選択回路80-17は、比較回路80-14が出力する選択指令( $p$  or  $k$ )に対応して、レジスタ80-16が記憶する値 $p$ 、または、レジスタ80-15が記憶する値 $k$ を選択する。

【0243】RAM80-18は、選択回路80-17の出力( $p$ または $k$ )を書込アドレスとして、比較回路80-14からの出力データ(DATA)をメモリセルに書き込む。カウンタ80-19は、図示せぬ回路が出力する基準クロックに基づいて、RAM80-18に書き込まれるデータの数を計数(カウントアップ)し、RAM80-18は、カウンタ80-19の計数値に基づいて、全メモリセルへのデータの書き込みが終了すると、全メモリセルのデータを同時に、合成回路80-2に送出する。合成回路80-2は、切替回路80-1からの切替信号( $even/odd$ )に基づいて、処理回路80-10からの偶数列サンプルおよび処理回路80-20からの奇数列サンプルを元の配列に戻し、出力する。

【0244】この図45に示すような構成を用いれば、データのビタビ復号を行うにあたっては、自乗器は不要となり、加算器は1個、コンパレータは2個で済むことになる。ただし、そのほかにパスを記憶しておくためのRAM80-18を用意する必要がある。

【0245】シフトレジスタ演算回路80-3は、切替回路80-1からの切替信号( $even/odd$ )、処理回路80-10からの更新命令(UPDATE)と出力データ(DATA)、および処理回路80-20からの更新命令(UPDATE)と出力データ(DATA)を用いて、上述のWoodのアルゴリズムに基づいてビタビ復号すると同時に、CRC演算を行うようになされている。

【0246】次に、この図45の回路に対し、ある信号が入力された場合の動作例について、図46のタイミングチャートを参照して説明する。

【0247】いま、図46に示すような信号(入力波形)が図45の再生回路80-80に入力された場合、

44

比較回路80-14は、表2と表3に従って、次のように動作する。ただし、 $y_p$ と $\beta$ の初期値は、それぞれ、 $y_p = -2$ 、 $\beta = -1$ とする。

【0248】 $\langle k=0$ : 入力 $y_k = y_0 = 1.6$ ;  $y_p = -2$ ;  $\beta = -1$ のとき>

$y_k - y_p = 1.6 - (-2) = 3.6 > 2$ なので、入力は表3の条件パターンFに対応する。つまり、上向きの発散(以下、適宜divergenceという)であるから、表3に従って、レジスタ80-13aの $\beta$ を+1に更新し、レジスタ80-16で $p$ (1つ前の発散がおきた時刻)を更新して $p = k = 0$ とし、レジスタ80-13bで $y_p$ (1つ前の発散がおきた時刻におけるサンプル値)  $= y_0 = 1.6$ とする。

【0249】 $\langle k=1$ : 入力 $y_k = y_1 = 0.2$ ;  $y_p = 1.6$ ;  $\beta = +1$ ;  $p = 0$ のとき>

$-2 < y_k - y_p = 0.2 - 1.6 = -1.4 \leq 0$ なので、入力は表2の条件パターンBに対応する。つまり、平行パスということになるので、レジスタ80-13aと80-13bの $\beta$ 、 $y_p$ はそのままとし、選択回路80-17でレジスタ80-15の記憶値 $k (=1)$ を選択し、RAM80-18のアドレス $k (=1)$ にデータ(RAM data) 0を書き込む( $k=1$ におけるデータの論理を0として復号する)。

【0250】 $\langle k=2$ : 入力 $y_k = y_2 = -0.2$ ;  $y_p = 1.6$ ;  $\beta = +1$ ;  $p = 0$ のとき>

$-2 < y_k - y_p = -0.2 - 1.6 = -1.8 \leq 0$ なので、入力は表2の条件パターンBに対応する。つまり、平行パスということになるので、レジスタ80-13aと80-13bの $\beta$ 、 $y_p$ はそのままとし、選択回路80-17でレジスタ80-15の記憶値 $k (=2)$ を選択し、RAM80-18のアドレス $k (=2)$ にデータ0を書き込む( $k=2$ におけるデータの論理を0として復号する)。

【0251】 $\langle k=3$ : 入力 $y_k = y_3 = 2.0$ ;  $y_p = 1.6$ ;  $\beta = +1$ ;  $p = 0$ のとき>

$y_k - y_p = 2.0 - 1.6 = 0.4 > 0$ なので、入力は表2の条件パターンCに対応する。つまり、上向きのdivergenceであるから、前の候補 $y_p$ が現在値 $y_k$ に敗れた( $y_p < y_k$ であった)ことになる。即ち、 $k=0$ ( $p=0$ )において、上向きの発散( $\beta = +1$ )と判定したのであるが、今回( $k=3$ において)、上向きの発散( $\beta = +1$ )がおきたので、前回は、上向きの発散のうちの平行パスであったことになる( $k=0$ において、上向きの遷移がおこったとすると、 $k=3$ において、パスが不連続になってしまう)。

【0252】そこで、選択回路80-17でレジスタ80-16の記憶値 $p (=0)$ を選択し、RAM80-18のアドレス $p (=0)$ にデータ0を書き込む( $k=0$ におけるデータの論理を0として復号する)。また、レジスタ80-13aの $\beta$ を+1にし、レジスタ80-1

45

6の記憶値 $p$ をレジスタ80-15の記憶値 $k$ で更新して $p=k=3$ とし、さらに、レジスタ80-13bの記憶値 $y_p$ を、 $y_p=y_3=2.0$ とする。

【0253】 $\langle k=4$ :入力 $y_k=y_4=0.2$ ;  $y_p=2.0$ ;  $\beta=+1$ ;  $p=3$ のとき $\rangle$   
 $-2 < y_k - y_p = 0.2 - 2.0 = -1.8 \leq 0$ なので、入力は表2の条件パターンBに対応する。つまり、平行パスということになるので、 $\beta$ ,  $y_p$ はそのまま、 $k (=4)$ を選択し、RAM80-18のアドレス $k (=4)$ にデータ0を書き込む( $k=4$ におけるデータの論理を0として復号する)。

【0254】 $\langle k=5$ :入力 $y_k=y_5=-0.4$ ;  $y_p=2.0$ ;  $\beta=+1$ ;  $p=3$ のとき $\rangle$   
 $y_k - y_p = -0.4 - 2.0 = -2.4 \leq -2$ なので、入力は表2の条件パターンAに対応する。つまり、下向きのdivergenceであるから、前の候補は正しかったことになる(即ち、 $k=3$ ( $p=3$ )において、上向きの発散のうち、上向きの遷移があったことになる)。従って、RAM80-18のアドレス $p (=3)$ に、データ1を書き込む( $k=3$ におけるデータを論理1として復号する)。また、 $\beta$ を-1にし、 $p$ を更新して $p=k=5$ とし、さらに $y_p=y_5=-0.4$ とする。

【0255】 $\langle k=6$ :入力 $y_k=y_6=-0.2$ ;  $y_p=-0.4$ ;  $\beta=-1$ ;  $p=5$ のとき $\rangle$   
 $0 < y_k - y_p = -0.2 - (-0.4) = 0.2 \leq +2$ なので、入力は表3の条件パターンEに対応する。つまり、平行パスということになるので、 $\beta$ ,  $y_p$ はそのまま、 $k$ を選択し、RAM80-18のアドレス $k (=6)$ にデータ0を書き込む( $k=6$ におけるデータを論理0として復号する)。

【0256】 $\langle k=7$ :入力 $y_k=y_7=-2.0$ ;  $y_p=-0.4$ ;  $\beta=-1$ ;  $p=5$ のとき $\rangle$   
 $y_k - y_p = -2.0 - (-0.4) = -1.6 \leq 0$ なので、入力は表3の条件パターンDに対応する。つまり、下向きのdivergenceであるから、前の候補が敗れたことになる。即ち、 $k=5$ ( $p=5$ )においては、下向きの遷移ではなく、平行な遷移があったことになるので、RAM80-18のアドレス $p (=5)$ に、データ0を書き込む( $k=5$ におけるデータを論理0として復号する)。また、 $\beta$ を-1にし、 $p$ を更新して、 $p=k=7$ とし、さらに $y_p=y_7=-2.0$ とする。

【0257】 $\langle k=8$ :入力 $y_k=y_8=0.2$ ;  $y_p=-2.0$ ;  $\beta=-1$ ;  $p=7$ のとき $\rangle$   
 $y_k - y_p = 0.2 - (-2.0) = 2.2 > +2$ なので、入力は表3の条件パターンFに対応する。つまり、上向きの発散ということになるので、前のデータが正しかったことになる。即ち、 $k=7$ ( $p=7$ )においては、下向きの遷移がおこったことになるので、RAM80-18のアドレス $p (=7)$ にデータ1を書き込む( $k=7$ におけるデータを論理1として復号する)。ま

46

た、 $\beta$ を+1とし、 $y_p=y_8=0.2$ とする(図46)。

【0258】以下、同様に、Woodのアルゴリズムに基づくデータの復号が行われ、復号されたデータが、RAM80-18に順次書き込まれる。

【0259】RAM80-18は、例えば図47に示すように、1ビットの容量を持つ複数のメモリセルD0乃至Dnと、アドレスデコーダ80-31と、各メモリセルD0乃至Dnに対応して配置された書き込み制御線80-32-0乃至80-32-nとによって構成されている。また、メモリセルD0乃至Dnには図45に示す比較回路80-14からデータ(DATA)が全てに供給されるようになっている。

【0260】アドレスデコーダ80-31には、図45に示す選択回路80-17から書き込みアドレスA0乃至Anが供給され、アドレスデコーダ80-31は書き込みアドレスA0乃至Anをデコードし、各1ビットの信号を各メモリセルD0乃至Dnに対する書き込み信号として供給する。これにより、所定のメモリセルに比較回路80-14からの所定のデータ(DATA)が記憶されていく。

【0261】このようにして全メモリセルD0乃至Dnに対する書き込みが終了した後、全メモリセルD0乃至Dnに記憶されたデータが同時に合成回路80-2に出力される。従って、この時点で全データが読み出されることになる。

【0262】この読み出しタイミングを従来技術(例えば、上述のWoodの文献に記載された技術)と比較すると、そのタイミングチャートは図48のように示される。図48(b)は再生回路80-80における方式であり、RAM80-18への書き込みイネーブルがアクティブになると、ID部分のデコードが行われ、全てのデータの書き込みが終了すると、RAM80-18からの読み出しイネーブルがアクティブになってデータ領域に移行し、全データが同時に読み出される。

【0263】これを、図48(a)に示す従来例と比較すると、書き込みが終了した後にデータをRAM80-18から読み終わるまでの遅延時間を大幅に減らすことができる。なお、メモリセルD0乃至Dnとしては、例えば1ビットのフリップフロップを用い、書き込み制御信号をクロックに同期して入力するという構成により、簡単に実現することができる。

【0264】従って、このような再生回路80-80を、例えばID記録領域20-41Hなどの部分に適用すれば、セクタ番号、トラック番号などが所望のものであるかどうかの判断を素速に行うことができるようになるため、ID部分とデータ部分にアクセス処理の隙間(ギャップ)をほとんど設けることなく、処理をすることができるようになる。

【0265】例えば、セクタ番号、トラック番号など

は、精々数バイト程度であるから、全ビットを一度に出力するようにしてもよく、たかだか数10ビットであり、十分に実用の範囲である。

【0266】また、全ビットを一度にRAM80-18から読み出すのではなく、例えば8ビットをひとまとめにして読み出すようにしてもよい。そのようにすれば、RAM80-18からの読み出しが始まってから読み出し終わるまでの時間を1/8にすることができ、この方\*

$$G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$

が使用された場合には、所定のビット長BLごとのデータが生成多項式 $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ で除算され、その剰余がデータ（例えば、セクタIDなど）の終わりに付加される。

【0269】そこで、図45の再生回路80-80のシフトレジスタ演算回路80-3においては、切換回路80-1からの切換信号(even/odd-1)、処理回路80-10からの更新命令(UPDATE)と出力データ(DATA)、および処理回路80-20からの更新命令(UPDATE)と出力データ(DATA)を用いて、データを復号(ビタビ復号)すると同時に、CRC演算を行うようになされている。

【0270】ここで、以下、偶数列サンプルを処理する処理回路80-10の比較回路80-14から出力されるUPDATE、DATAには、それらが偶数列サンプルに対応する信号であることを示すために、それぞれの文字列の最後にevenを付して記すとともに、奇数列サンプルを処理する処理回路80-20の比較回路(処理回路80-10の比較回路80-14に対応する回路)から出力されるUPDATE、DATAには、それらが奇数列サンプルに対応する信号であることを示すために、それぞれの文字列の最後にoddを付して記す。

【0271】即ち、CRC演算における生成多項式の最高次数をJとした場合、シフトレジスタ演算回路80-3は、図49に示すように、縦接続されたJ+2個のフリップフロップDa-1乃至DaJ、Db-1乃至DbJ、Dc-1乃至DcJ、またはDd-1乃至DdJの間に、J+1個のセクタSao乃至SaJ、Sbo乃至SbJ、Sco乃至ScJ、またはSdo乃至SdJをそれぞれ接続した4つのa乃至d系列のシリアルシフトレジスタが平行に接続されたパラレルロード/シリアルシフトレジスタとして構成されている。

【0272】フリップフロップDa-1乃至DaJ、Db-1乃至DbJ、Dc-1乃至DcJ、およびDd-1乃至DdJは、図示せぬクロックが供給されるタイミングで、入力されるデータをラッチする。セクタSao乃至SaJ、Sbo乃至SbJ、Sco乃至ScJ、またはSdo乃至SdJは、切換回路80-1からの切換信号(even/odd-1(図49においては、oddにバー(一)を付して示してある))、処理回路80-10からのU

\*法によっても上述の場合と同様の効果を得ることができる。

【0267】ところで、セクタ番号、トラック番号などには、信頼性向上のため、例えばCRC(Cyclic Redundancy Check)符号などの誤り検出符号が、通常付加されるようになされている。

【0268】即ち、CRC符号の生成多項式 $G(x)$ として、例えば式

$$\dots (80-1)$$

10 PDATE\_even, DATA\_even, および処理回路80-20からのUPDATE\_odd, DATA\_oddに基づいて、入力される3つの信号のうちから1つを選択して出力する。

【0273】ここで、本実施例では、CRC演算における生成多項式を、前述の(80-1)式に示した $G(x)$ とする。従って、Jは、16とする。

20 【0274】さらに、このシフトレジスタ演算回路80-3においては、フリップフロップDa0、Db0、Dc0、またはDd0と、セクタSao、Sbo、Sco、またはSdoとの間に、XORゲート80-41a乃至80-41dが、フリップフロップDa5、Db5、Dc5、またはDd5と、セクタSao、Sbo、Sco、またはSdoとの間に、XORゲート80-42a乃至80-42dが、フリップフロップDa12、Db12、Dc12、またはDd12と、セクタSao、Sbo、Sco、またはSdoとの間に、XORゲート(図示せず)が、それぞれ設けられており、XORゲート80-41a乃至80-41dには、フリップフロップDa16、Db16、Dc16、またはDd16の出力がそれぞれ入力される(フィードバックされる)ようになされている。

30 【0275】また、このシフトレジスタ演算回路80-3では、XORゲート80-41a乃至80-41dの出力が、XORゲート80-42a乃至80-42dに、それぞれ入力されるようになされているとともに、フリップフロップDa12、Db12、Dc12、またはDd12と、セクタSao、Sbo、Sco、またはSdoとの間のXORゲートに、それぞれ入力されるようになされている。

40 【0276】従って、シフトレジスタ演算回路80-3の4つのa乃至d系列のシリアルシフトレジスタそれぞれは、(80-1)式の生成多項式に対応するCRC演算を行うCRCデコード回路(図示せず)にセクタを設けるとともに、その前段に、2つのフリップフロップと1つのセクタを設けたものと同様の構成になっている。

50 【0277】つまり、シフトレジスタ演算回路80-3の4つのa乃至d系列のシリアルシフトレジスタそれぞれに注目した場合、各シリアルシフトレジスタでは、(80-1)式で示される生成多項式 $G(x)$ に基づいたCRC演算が行われることになる。

【0278】また、シフトレジスタ演算回路80-3から、すべてのXORゲートを取り除いた回路を考えた場合、その回路は、処理回路80-10からのUPDATE\_even, DATA\_even、および処理回路80-20からのUPDATE\_odd, DATA\_oddに基づいて、偶数列サンプルと奇数列サンプルを合成しながら、生き残るシリアルシフトレジスタの系列を選択し、即ちパスを選択し、データをビタビ復号する回路となる。

【0279】つまり、シフトレジスタ演算回路80-3から、すべてのXORゲートを取り除いた回路では、再生されたデータが、順次（サンプル順に）ビタビ復号されて出力されることになる。

【0280】以上のように構成されるシフトレジスタ演算回路80-3には、まず上述の表2および表3にしたがって、処理回路80-10または80-20から、UPDATE\_even, DATA\_even、またはUPDATE\_odd, DATA\_oddが、さらに切換回路80-1から切換信号(even/odd<sup>-1</sup>)が、シフトレジスタ演算回路80-3にそれぞれ入力され

\* 20  

$$\begin{aligned} \text{input\_a} &= (\text{even}/\text{odd}^{-1}=1) * \text{UPDATE\_even} + (\text{even}/\text{odd}^{-1}=0) * \text{UPDATE\_odd} \\ \text{input\_b} &= (\text{even}/\text{odd}^{-1}=1) * \text{UPDATE\_even} \\ \text{input\_c} &= (\text{even}/\text{odd}^{-1}=0) * \text{UPDATE\_odd} \\ \text{input\_d} &= 0 \end{aligned}$$

但し、\*は論理積、+は論理和を意味する。さらに、(even/odd<sup>-1</sup>=1)は、even/odd<sup>-1</sup>が論理1であれば（偶数列サンプルのタイミングのとき）、論理1となり、even/odd<sup>-1</sup>が論理0であれば（奇数列サンプルのタイミングのとき）、論理0となる。また、(even/odd<sup>-1</sup>=0)は、even/odd<sup>-1</sup>が論理1であれば、論理0となり、even/odd<sup>-1</sup>が論理0であれば、論理1となる。

【0284】従って、input\_bは、偶数列サンプルのタイミングにおいてのみ有効な、処理回路80-10から出力されるUPDATE (UPDATE\_even) と同一の値となり、input\_cは、奇数列サンプルのタイミングにおいてのみ有効な、処理回路80-20から出力されるUPDATE (UPDATE\_odd) と同一の値となる。さらに、input\_aは、偶数列サンプルのタイミングにおいては、処理回路80-10から出力されるUPDATE (UPDATE\_even) と同一の値となり、奇数列サンプルのタイミングにおいては、処理回路80-20から出力されるUPDATE (UPDATE\_odd) と同一の値となる。i

40  

$$\begin{aligned} \text{out\_a} &= (\text{even}/\text{odd}^{-1}=1) * (\text{UPDATE\_even}=1) * (\text{DATA\_even}=0) * \text{in\_c} \\ &\quad + (\text{even}/\text{odd}^{-1}=1) * ((\text{UPDATE\_even}=1) * (\text{DATA\_even}=0))^{-1} * \text{in\_a} \\ &\quad + (\text{even}/\text{odd}^{-1}=0) * (\text{UPDATE\_odd}=1) * (\text{DATA\_odd}=0) * \text{in\_b} \\ &\quad + (\text{even}/\text{odd}^{-1}=0) * ((\text{UPDATE\_odd}=1) * (\text{DATA\_odd}=0))^{-1} * \text{in\_a} \end{aligned}$$

【0289】

40  

$$\text{out\_b} = (\text{even}/\text{odd}^{-1}=1) * (\text{UPDATE\_even}=1) * (\text{DATA\_even}=0) * \text{in\_d}$$

\*る。

【0281】そして、切換回路80-1からの切換信号(even/odd<sup>-1</sup>)が論理1である場合（Hレベルである場合）、処理回路80-10からのUPDATE\_evenおよびDATA\_evenに基づいて処理が行われ、また、切換回路80-1からの切換信号(even/odd<sup>-1</sup>)が論理0である場合（Lレベルである場合）、処理回路80-20からのUPDATE\_oddおよびDATA\_oddに基づいて処理が行われる。

【0282】即ち、シフトレジスタ演算回路80-3においては、まず図示せぬ信号生成回路で、切換回路80-1からの切換信号(even/odd<sup>-1</sup>)、処理回路80-10からのUPDATE\_evenおよびDATA\_even、並びに処理回路80-20からのUPDATE\_oddおよびDATA\_oddから、次式で示される4つの信号(input\_a, input\_b, input\_c, input\_d)が生成される。

【0283】

input\_dは、常に0となる。

【0285】4つの信号input\_a, input\_b, input\_c、またはinput\_dは、シフトレジスタ演算回路80-3（図49）の初段のフリップフロップDa-1乃至Dd-1に、それぞれ入力される。

【0286】フリップフロップDa-1乃至Dd-1にそれぞれ入力されたinput\_a, input\_b, input\_c、またはinput\_dは、クロックのタイミングで、セクタを介して次段のフリップフロップに順次ラッチされる。

【0287】ここで、セクタS<sub>aj</sub>, S<sub>bj</sub>, S<sub>cj</sub>、またはS<sub>dj</sub> (j=0, 1, ..., J (本実施例においては、上述したようにJ=16)) では、前段からの信号であって、a系列乃至d系列のシフトレジスタからの信号を、それぞれin\_a, in\_b, in\_c、またはin\_dとした場合、次式にしたがった信号out\_a, out\_b, out\_c、またはout\_dがそれぞれ出力される。

【0288】

51

```

+ (even/odd-1=1) * ((UPDATE_even=1) * (DATA_even=0)) -1 * in_b
+ (even/odd-1=0) * (UPDATE_odd=1) * (DATA_odd=1) * in_a
+ (even/odd-1=0) * ((UPDATE_odd=1) * (DATA_odd=1)) -1 * in_b

```

【0290】

```

out_c= (even/odd-1=1) * (UPDATE_even=1) * (DATA_even=1) * in_a
+ (even/odd-1=1) * ((UPDATE_even=1) * (DATA_even=1)) -1 * in_c
+ (even/odd-1=0) * (UPDATE_odd=1) * (DATA_odd=0) * in_d
+ (even/odd-1=0) * ((UPDATE_odd=1) * (DATA_odd=0)) -1 * in_c

```

【0291】

```

out_d= (even/odd-1=1) * (UPDATE_even=1) * (DATA_even=1) * in_b
+ (even/odd-1=1) * ((UPDATE_even=1) * (DATA_even=1)) -1 * in_d
+ (even/odd-1=0) * (UPDATE_odd=1) * (DATA_odd=1) * in_c
+ (even/odd-1=0) * ((UPDATE_odd=1) * (DATA_odd=1)) -1 * in_d

```

【0292】なお、 $()^{-1}$ は、 $()$ 内の否定を意味する。即ち、 $()^{-1}$ は、 $()$ 内の論理が1であれば、論理0となり、 $()$ 内の論理が0であれば、論理1となる。

【0293】上式から、このシフトレジスタ演算回路80-3においては、処理回路80-10からのUPDATE\_evenおよびDATA\_even、並びに処理回路80-20からのUPDATE\_oddおよびDATA\_oddから、生き残るシリアルシフトレジスタの系列（正しいパス）が選択され、選択された系列のシリアルシフトレジスタのフリップフロップにラッチされたデータが、他の系列のシリアルシフトレジスタのフリップフロップにコピーされ、ビタビ復号されることになる。

【0294】同時に、このシフトレジスタ演算回路80-3では、a系列乃至d系列のシリアルシフトレジスタの最終段のフリップフロップDa16乃至Dd16の出力と、フリップフロップDa0乃至Dd0の出力とのXORが、XORゲート80-41a乃至80-41dでとられ、セクタSa1乃至Sd1にそれぞれ入力される。

【0295】さらに、XORゲート80-41a乃至80-41dの出力は、a系列乃至d系列のシリアルシフトレジスタのフリップフロップDa5乃至Dd5の出力とのXORが、XORゲート80-42a乃至80-42dでとられ、セクタSa6乃至Sd6にそれぞれ入力されるとともに、a系列乃至d系列のシリアルシフトレジスタの図示せぬフリップフロップDa12乃至Dd12の出力とのXORが、そのフリップフロップDa12乃至Dd12と、図示せぬセクタSa13乃至Sd13との間にそれぞれ設けられたXORゲートでとられ、セクタSa13乃至Sd13にそれぞれ入力される。

【0296】従って、このシフトレジスタ演算回路80-3においては、(80-1)式で示される生成多項式に基づくCRC演算が行われることになる。

【0297】ところで、パーシャルレスポンス(1, 0, -1)をビタビ復号するには、復号するデータ(ビット列)のブロック(復号する処理単位のビット列)の終わりに、トレリスダイアグラム(以下、トレリスと記

52

載する)を終端するための2ビットの符号が必要となる。この2ビットの符号としては、プリコード前の符号で、一般的に11がブロックの終わりに付加される。

【0298】このトレリスを終端するための2ビットの符号は、CRC演算を行うには必要なく、従ってシフトレジスタ演算回路80-3では、データのブロックの終わりに付加された、トレリスを終端するための符号(11)に対応する2ビットのデータが、a系列乃至d系列のシリアルシフトレジスタのフリップフロップDa-1乃至Dd-1と、Da0乃至Dd0とにそれぞれラッチされた時点において、フリップフロップDa1乃至Da16、Db1乃至Db16、Dc1乃至Dc16、およびDd1乃至Dd16のいずれかにラッチされている16ビットに基づいて、CRC演算結果が評価される。

【0299】即ち、フリップフロップDa1乃至Da16、Db1乃至Db16、Dc1乃至Dc16、およびDd1乃至Dd16のうちのいずれかにラッチされている16ビットがすべて0である場合、データに誤りがなかったという評価がCRC演算結果に対してなされ、その16ビットのうち、いずれかのビットが0でない場合、データに誤りがあったという評価がCRC演算結果に対してなされる。

【0300】以上のように、シフトレジスタ演算回路80-3においては、ビタビ復号法を行う各系列のシリアルシフトレジスタを構成する縦接続されたフリップフロップ間に、そのフリップフロップの出力どうしの排他的論理和を算出するXORゲートを、CRC演算を行うように配置するようにしたので、CRC符号の生成多項式としてJ次のものを使用した場合、磁気ディスク部10-2からのデータのブロックの最後のビットが、図45の再生回路80-80に入力されてから、J-1クロック以内でCRC演算結果を得ることができる。

【0301】即ち、図50(b)に示すように、ビタビ復号と、CRC演算とが同時に行われるので、データの復号および誤り検出に必要な時間遅れを大幅に減少することができる。

【0302】従って、図50(a)に示す従来方式のよ

うに、データをビタビ復号してからCRC演算を行う場合に比較して、磁気ディスクのID部分とデータ部分との間のギャップ（例えば、図2のID記録領域20-41Hとデータ記録領域20-41Dとの間の距離、あるいは、グレーコード20-71とID記録領域20-41Hとの間の距離）を小さくすることができ、磁気ディスクの大容量化を図ることができる。

【0303】なお、以上のシフトレジスタ演算回路80-3の説明においては、CRCの生成多項式に（80-1）式で示されるものを用いたが、これに限られるものではなく、他の式で示されるものを用いるようにすることができる。この場合、シフトレジスタ演算回路80-3は、用いる生成多項式に対応して、フリップフロップの段数を増減するとともに、XORの個数と挿入位置を変えて構成すれば良い。

【0304】さらに、以上の再生回路80-80は、ID部分のデコードだけでなく、データ領域のデータ（図2のデータ記録領域20-41Dに記録されているデータ）をデコードする場合にも適用可能である。

【0305】次に、図1の記録部10-9に関するポイントの説明する。

【0306】図51は、磁気ディスク装置の全体の構成例を示すブロック図である。この磁気ディスク装置は、クロック生成のためのクロックマークが予め記録された磁気ディスク90-1（図2に示したようにフォーマットされている）にデータを記録し、また記録されているデータを再生する、所謂外部同期方式（サンプルサーボ方式）の磁気ディスク装置である。

【0307】そして、この磁気ディスク装置は、磁気ディスク90-1からデータを再生するための再生ヘッド90-11aと、再生ヘッド90-11aで再生された再生信号を増幅する再生アンプ90-12と、再生アンプ90-12で増幅された磁気ディスク90-1のクロックマークに相当する再生信号に基づいて、クロックを生成するクロック生成回路90-13と、クロック生成回路90-13からのクロックを用いて、再生アンプ90-12からの再生信号からデータ等を再生するデータ復調回路90-14とを有している。

【0308】また、クロック生成回路90-13からのクロックを計数してクロック生成回路90-13を制御すると共に、記録モードと再生モードを切り換える切換信号を出力するタイミング発生回路90-15と、入力されるデータ（図1において、記録部10-9に入力される記録信号に対応し、以下ソースデータという）を記録に適したデータ（以下記録データという）に変換する記録データ発生回路90-16と、記録データ発生回路90-16からの記録データを遅延するパルス遅延回路90-30とを備え、さらにパルス遅延回路90-30で遅延された記録データを磁気ディスク90-1に記録するための記録ヘッド90-11bと、パルス遅延回路

90-30で遅延された記録データに基づいた電流を記録ヘッド90-11bに供給する記録アンプ90-18と、データ復調回路90-14からの記録ヘッド90-11bのディスク径方向における位置（以下ヘッド位置情報という）に基づいてパルス遅延回路90-30の遅延量を制御する遅延時間制御回路90-20とを有している。

【0309】図17と図18を参照して説明したように、再生ヘッド90-11aは、高密度記録を達成するために、例えば所謂磁気抵抗効果形ヘッド（MRヘッド）からなり、記録ヘッド90-11bは通常の磁気ヘッドからなり、再生ヘッド90-11aと記録ヘッド90-11bはその走行方向において距離だけ離れて配置され、これらの再生ヘッド90-11aと記録ヘッド90-11bは、所謂記録再生分離型のヘッド90-11を構成している。

【0310】一方、スピンドルモータ（図59の100-21）により、一定の角速度（ただし、クロック周波数はゾーン毎に切り替えられるいわゆるゾーンビットレコーディングで回転駆動される磁気ディスク90-1には、図52（a）に示すように、同心円状に設けられた記録トラックのデータを記録する領域であるデータセグメント90-2（図2のデータ記録領域20-41D）間に、例えば磁性層をエッチングなどの手法を用いて一部除去することにより、クロック生成のための放射状に連続したクロックマーク90-3（図2の20-11）が予め形成されている。そして、これらのクロックマーク90-3は、一方向に直流磁化されており、高精度のクロックを生成するために1周当たり約数100～1000箇所（上述した例では840箇所）設けられている。

【0311】そして、再生ヘッド90-11aは、データセグメント90-2に記録されているデータに相当する再生信号を出力すると共に、クロックマーク90-3に相当する再生信号を出力し、これらの再生信号を再生アンプ90-12を介してクロック生成回路90-13及びデータ復調回路90-14に供給する。

【0312】クロック生成回路90-13は、例えば図21を参照して説明したPLL回路50-30を有し、クロックマーク90-3に相当する再生信号に基づいてクロックを生成する。

【0313】すなわち、例えば図52（a）に示すように一方向（図中、矢印で示す右方向）に直流磁化したクロックマーク90-3を再生すると、例えば図52

（b）に示すように、クロックマーク90-3の前後のエッジにて孤立波形を有する再生信号が再生される。タイミング発生回路90-15は、クロック生成回路90-13から供給されるクロックを計数して、過去の履歴をもとにクロックマーク90-3に相当する再生信号の出現期間を予測し、この期間を示すクロックゲート信号

55

をクロック生成回路90-13に供給すると共に、例えば図52(d)に示すように、記録モードと再生モードを切り換える切換信号を生成する。

【0314】クロック生成回路90-13は、クロックゲート信号が出ている期間内に出現する孤立波形を正規のクロックマークと見なして、例えば図52(c)に示すように、前のエッジに対応する孤立波形のピークにクロックの立ち上がりが同期するようにPLLの位相を更新し、クロックマーク90-3に位相同期したクロックを生成する。

【0315】そして、再生モードのとき、データ復調回路90-14は、例えばクロック生成回路90-13で生成されたクロックの立ち上がり時刻(以下データ存在点位相という)において再生信号を弁別し(レベルをサンプリングし)、また復調(図44乃至図50を参照して説明したようにビタビ復号)することによりデータを再生する。また、このデータ復調回路90-14は、再生信号に基づいてヘッド90-11のディスク径方向におけるヘッド位置情報(例えば、図2のグレーコード20-71、トラック番号20-41b1、20-41b2など)を再生し、このヘッド位置情報を遅延時間制御回路90-20に供給する。

【0316】一方、記録モードでは、記録データ発生回路90-16は、ソースデータを、記録に適した所定の変調(上述したようにPR変調)により、クロック生成回路90-13で生成されたクロックに同期した記録データに変換し、このクロックに同期した記録データをパルス遅延回路90-30及び遅延時間制御回路90-20に供給する。

【0317】パルス遅延回路90-30は、遅延時間制御回路90-20の制御のもとに、後述するように再生ヘッド90-11aと記録ヘッド90-11bの走行方向における距離Lに起因するデータセグメント90-2に記録されるデータの位相ずれを補償すると共に、記録データのパターンに起因する磁化反転の位置ずれ(以下、非線形ビットシフトと記載する)を補償するように、記録データを遅延し、記録アンプ90-18は、この遅延された記録データを増幅して、記録データに基づいた電流を記録ヘッド90-11bに供給する。 \*

$$T1 = (N + C3) \times C2$$

【0322】なお、定数C2、C3は、ヘッド90-11が番号Nのトラックに位置するときの速度をvとすると、 $T1 = L/v$ を満足する値である。換言すれば、T1は、磁気ディスクが距離Lだけ移動する時間に等しい。

【0323】一方、遅延器90-23a、90-23bは、記録データをそれぞれ1クロック分遅延し、EXOR90-24a、90-24bは、記録データの連続する3ビットのうちの隣接する2ビットの排他的論理和をそれぞれ求め、AND90-25は、EXOR90-2

56

\*【0318】具体的には、遅延時間制御回路90-20は、例えば図53に示すように、データ復調回路90-14からのヘッド位置情報(トラック番号)に定数C3を加算する加算器90-21と、加算器90-21の出力に定数C2を乗算する乗算器90-22と、記録データ発生回路90-16からの記録データをそれぞれ1クロック分遅延する縦続接続された遅延器90-23a、90-23bと、記録データ発生回路90-16からの記録データと遅延器90-23aで遅延された記録データの排他的論理和を演算する排他的論理和回路(以下EXORと記載する)90-24aと、遅延器90-23aで遅延された記録データと遅延器90-23bで遅延された記録データの排他的論理和を演算するEXOR90-24bと、EXOR90-24aの出力とEXOR90-24bの出力の論理積を演算する論理積回路(以下ANDと記載する)90-25と、AND90-25の出力に基づいて定数C1と定数0を切り換え選択する切換スイッチ90-26と、切換スイッチ90-26の出力と乗算器90-22の出力を加算する加算器90-27とから構成される。

【0319】そして、この遅延時間制御回路90-20は、データ復調回路90-14から供給されるヘッド位置情報と記録データのパターンに基づいて、データ存在点位相と実際に記録電流を反転すべき時刻との間の時間差を計算し、遅延時間指示信号を出力する。

【0320】すなわち、データ復調回路90-14から供給されるヘッド位置情報を、例えばヘッド90-11が現在位置するトラック番号Nとすると、加算器90-21は、トラック番号Nと定数C3(ディスク中心から最内周トラックまでの距離に対応している)を加算し、乗算器90-22は、この加算値に定数C2を乗算する。この結果、乗算器90-22からは、下記(90-1)式に示す演算により、ヘッド90-11のディスク中心からの距離(N+C3)に比例した値が、再生ヘッド90-11aと記録ヘッド90-11bの走行方向における距離Lに起因するデータの位相ずれを補償する遅延時間T1として出力される。

【0321】

$$\dots (90-1)$$

4a、90-24bの各出力の論理積を求める。この結果、AND90-25からは、非線形ビットシフト(駆動電流の供給時間と磁化領域の長さが比例しなくなる)が起こり易いパターン、すなわち、記録データが2ビット連続して磁化反転が続く(異なる論理(1または0)が隣接する状態が2回連続して続く)パターン(010あるいは101)を有するとき、例えばHレベルとなる連続磁化反転検出信号が出力され、その他のとき、Lレベルの信号が出力される。

【0324】そして、切換スイッチ90-26は、この



連続磁化反転検出信号に基づいて、例えばHレベルのとき、定数C1を選択し、Lレベルのとき定数0を選択して、選択した定数を加算器90-27に供給する。この結果、切換スイッチ90-26からは、連続して磁化反転を生じさせるパターン、すなわち非線形ビットシフトが発生するパターン（上述のように、ここでは、010あるは101）に対して、定数C1が非線形ビットシフトを補償する遅延時間T2として出力される。

【0325】加算器90-27は、遅延時間T1と遅延時間T2を加算し、この加算値（ $T1+T2$ ）を遅延時間指示信号としてパルス遅延回路90-30に供給する。

【0326】パルス遅延回路90-30は、その遅延時間が外部から制御可能となっており、例えば図52

(h)に示すように、遅延時間制御回路90-20から供給される遅延時間指示信号で指示された時間（ $T1+T2$ ）だけ、記録データ発生回路90-16から供給される記録データ（図52（g））を遅延すると共に、例えば図52（f）に示すように、タイミング発生回路90-15から供給される切換信号（図52（d））を遅延してライトイネーブル信号（アクティブローの信号）を生成する。

【0327】具体的には、パルス遅延回路90-30は、例えば図54に示すように、1クロック以下の長さの遅延時間を有する可変遅延回路90-31と、1クロック単位の遅延時間を有する順序回路90-32と、遅延時間制御回路90-20からの遅延時間指示信号を、1クロック単位の遅延時間と、残る端数の遅延時間とに分割して、順序回路90-32と、可変遅延回路90-31とにそれぞれ供給する遅延時間分配回路33とから構成される。

【0328】そして、遅延時間分配回路33は、遅延時間制御回路90-20から供給される遅延時間指示信号を、1クロック単位の遅延時間と、残る端数の遅延時間とに分割し、1クロック単位の遅延時間を順序回路90-32に供給し、端数の遅延時間を可変遅延回路90-31に供給する。

【0329】順序回路90-32は、クロックに同期して動作する遅延回路であって、その内部にクロックを計数する計数回路90-32aを内蔵する。この計数回路90-32aは、1クロック単位の遅延時間分クロックを計数することにより、切換信号及び記録データをもとに、1クロック単位の遅延時間だけタイミングのずれたライトイネーブル信号及び記録データの中間出力を生成する。

【0330】一方、可変遅延回路90-31は、端数の遅延時間の指示に従って1クロック時間内での遅延を行い、記録データの中間出力にさらに精密な遅延を加え、遅延後の記録データを出力する。

【0331】そして、このパルス遅延回路90-30

は、ライトイネーブル信号及び遅延後の記録データを記録アンプ90-18に供給する。すなわち、このような構成とすることにより、回路規模が大きく、高い時間精度が要求される可変遅延回路90-31が1個ですみ、かつその最大遅延時間は1クロック分の長さがあればよいので、全体の回路規模を小さくするとともに、消費電力を低減することができる。

【0332】記録アンプ90-18は、パルス遅延回路90-30から供給されるライトイネーブル信号に従って記録電流の通電/遮断の制御を行い、パルス遅延回路90-30で遅延された記録データに従って記録電流の反転を行う。

【0333】かくして、タイミング発生回路90-15から出力される切換信号と、記録データ発生回路90-16から出力される記録データは、上述の図52

(d)、同図(g)に示すように、クロック生成回路90-13で生成されたクロック（図52（c））に同期している。すなわちこれらの信号は、上述の図52

(a)に示すように、再生ヘッド90-11aから見たデータセグメント90-2上の位置に対応している。

【0334】ところで、ヘッド90-11とディスクの相対速度を $v$ とすると、図52（a）に示す再生ヘッド90-11aから見たデータセグメント90-2と、図52（e）に示すように記録ヘッド90-11bから見たデータセグメント90-2との間には、時間差 $T1=L/v$ が存在する。パルス遅延回路90-30は、上述の図52（f）、同図（h）に示すように、この時間差 $T1$ だけ切換信号および記録データを遅延し、記録ヘッド90-11bから見たデータセグメント90-2上の位置に対応したライトイネーブル信号及び遅延後の記録データをそれぞれ生成すると共に、記録データに対しては、上述の非線形ビットシフトを補償する時間 $T2$ だけさらに遅延を施す。

【0335】この結果、再生ヘッド90-11aと記録ヘッド90-11bの走行方向における距離 $L$ に起因するデータセグメント90-2に記録されるデータの位相ずれを補償すると共に、記録データのパターンに起因する磁化反転の位置ずれ（非線形ビットシフト）を補償することができ、データセグメント90-2上の正しい位置にデータを記録することができる。

【0336】換言すると、パルス遅延回路90-30により記録電流の通電開始、終了時刻及び記録電流の反転時刻の制御を行うことにより、ヘッド90-11のディスク径方向における位置やデータのパターンによらず、データセグメント90-2上の正しい位置にデータを記録することができる。したがって、再生モードでは、クロック生成回路90-13で生成されたクロックの立ち上がり時刻（データ存在点位相）において再生信号の弁別を行うことにより、データセグメント90-2上に記録されているデータの存在位置で再生信号を参照してい



ることとなり、エラーのないデータ再生を行うことができる。

【0337】次に、図51に示す遅延時間制御回路90-20の他の具体的な回路構成について、図55を参照して説明する。図55の遅延時間制御回路90-20は、記録データ発生回路90-16からの記録データをそれぞれ1クロック分遅延する縦続接続された遅延器90-41a、90-41bと、遅延器90-41a、90-41bで遅延された記録データとデータ復調回路90-14からのヘッド位置情報を読み出アドレスとし、遅延時間(T1+T2)が予め記憶されているメモリ90-42とから構成される。

【0338】そして、遅延器90-41a、90-41bで遅延された記録データは、例えば8ビットからなるトラック番号と共に、11ビットの読出アドレスとしてメモリ90-42に供給される。

【0339】メモリ90-42は、トラック番号とデータのデータの組み合わせに応じた遅延時間を記憶しており、読出アドレスに従って遅延時間指示信号を出力する。

【0340】即ち、メモリ90-42に、トラック番号と記録データのデータの全ての組合せについて、適的な遅延時間を記憶しておくようにすることにより、ヘッド90-11のディスク径方向における位置に対する、例えば非線形な遅延時間を出力することができ、細かい遅延時間の制御を行うことができる。

【0341】また、この図55に示す遅延時間制御回路と、上述の図53に示す遅延時間制御回路を組み合わせ、おおまかな遅延時間の算出を、図53の遅延時間制御回路で行い、残りのこまかな時間調整を図55の遅延時間制御回路で行うようにして、メモリ90-42の容量を削減するようにしてもよい。

【0342】次に、図51の磁気ディスク90-1に、例えば図56に示すように、同心円状に設けられた記録トラックのデータを記録する領域であるデータセグメント90-52間に、例えば磁性層をエッチングなどの手法を用いて一部除去することにより、クロック生成のための放射状に連続したクロックマーク90-53(図2のクロックマーク20-11)と、所定幅の、例えば再生ヘッド90-11aと記録ヘッド90-11bの間隔Lと等しい幅のタイミング補償パターン90-54とが予め形成されており、クロックマーク90-53とタイミング補償パターン90-54が、一方向(図58(a)において、矢印で示す方向)に直流磁化されている場合、図51の磁気ディスク装置は、遅延時間制御回路90-20の代わりに、上述した時間差T1を測定する時間測定回路90-60を設け、図57に示すように構成することができる。

【0343】なお、図51に示す回路と同じ機能を有する回路については説明は省略する。

【0344】タイミング発生回路90-15は、例えば図58(c)に示すように、クロックを計数して再生ヘッド90-11aがタイミング補償パターン90-54を走査している期間を示す時間測定ウィンドウ信号を生成し、この時間測定ウィンドウ信号を時間測定回路90-60に供給する。

【0345】時間測定回路90-60は、例えば図58(b)に示すように、時間測定ウィンドウ信号がHレベルの期間において、タイミング補償パターン90-54の前後のエッジで再生される2つの孤立波形のピーク間の時間T1を測定し、時間T1を遅延時間指示信号としてパルス遅延回路90-30に供給する。

【0346】ここで、タイミング補償パターン90-54の幅Lはディスクの半径によらず一定なので、その前のエッジと後のエッジが再生ヘッド90-11aを通過する時間差は、再生ヘッド90-11aと記録ヘッド90-11bの通過時間差T1に常に等しい。

【0347】即ち、タイミング補償パターン90-54に相当する再生信号のピーク間の時間差は、パルス遅延回路90-30に供給すべき遅延時間T1である。

【0348】従って、磁気ディスク90-1上に予め形成されたタイミング補償パターン90-54から遅延時間T1を直接求めることができ、図53に示す加算器90-21、乗算器90-22等の演算回路や、図55に示すメモリ90-42が不要となり、磁気ディスク装置のコストを低減することができる。

【0349】尚、図56には、各領域をディスク半径方向に直線的に簡略化して示したが、実際には、図6および図7に示したように、磁気ヘッドの回転軌跡に沿って形成される。

【0350】以上のように、所定幅のタイミング補償パターンに相当する再生信号に基づいて記録データを遅延し、再生ヘッド90-11aと記録ヘッド90-11bの走行方向における距離に起因する磁気ディスク90-1に記録されるデータの位相ずれを補償するようにしたので、正しい位置にデータを記録することができるようになり、その結果、エラーのないデータ再生を行うことができる。

【0351】尚、以上のようにして、図2のID記録領域20-41Hのセクタ番号やトラック番号だけでなく、データ記録領域20-41D上の本来のデータも、PRMLにより記録再生することができる。

【0352】次に、図1の筐体部10-10に関するポイントについて説明する。

【0353】アルミ合金などにより構成される下筐体100-1(図19の40-51)の平面部には、スピンドルモータ100-21を取り付けるための穴100-2が形成されている。この穴100-2の外周には段差が形成され、そこにモータ100-21を取り付けたとき、その取り付け部から空気が洩れないように、ゴム等

61

よりなるパッキン100-3が配置されている。また、下筐体100-1には軸100-4が植設され、アーム100-5(図19の40-53)に取り付けられているボールベアリング100-6(図19の40-55)が装着されるようになされている。

【0354】アーム100-5の一端には、ボイスコイル100-7(図19の40-63)が取り付けられ、その他端には、磁気ヘッドを有するスライダ(図19の40-57)が取り付けられるようになされている。コイル100-7と磁気ヘッドには、フレキシブルプリント基板100-8より信号が供給されるようになされている。フレキシブルプリント基板100-8には、信号処理を行うIC100-9が配置されている。また、プリント基板100-8の端部は、後述するように、筐体の外部に導出されるようになされている。マグネット100-11と100-12(図19の62と61)は、その間にコイル100-7が配置されるように下筐体100-1に取り付けられる。このボイスコイル100-9とマグネット100-11、100-12により、ボイスコイルモータ(図21の50-5)が構成されている。

【0355】モータ100-21には、2枚の磁気ディスク23(図19の40-52、図21の50-1A、50-1B)が回転自在に取り付けられる。フレキシブルプリント基板100-22は、その端部が筐体の外部に導出され、モータ100-21に外部より制御信号を供給することができるようになされている。

【0356】上筐体100-31は、図中右側の側面部に段部100-32と100-33を有しており、この段部100-32と100-33からそれぞれフレキシブルプリント基板100-8と100-22の端部を外部に導出することができるようになされている。また、上筐体100-31の上面(平面部)には、呼吸孔100-34が形成されている。この呼吸孔100-34には、その内部にフィルターと弁が取り付けられており、空気は進入するが、水は通らないようになされている。

【0357】図60と図61は、下筐体100-1と上筐体100-31の組立状態を模式的に示している。これらの図に示すように、下筐体100-1は板状の部材により構成されるが、上筐体100-31は、平面部100-31aと側面部100-31bにより箱状に形成されている。そして、両者の間にはパッキン100-41が挿入され、筐体の外部に導出したフレキシブルプリント基板100-22(またはフレキシブルプリント基板100-8)の近傍から、組立後、密閉された筐体内部に空気が進入しないようになされている。

【0358】即ち、下筐体100-1と上筐体100-31を組み立てた後、密閉された状態においては、筐体内部の空間は外部と遮断され、平面部100-31aに装着されている呼吸孔100-34を介してのみ空気が

62

流通可能となされている。これにより、ゴミ、ほこり等が内部に進入することが防止されている。また、呼吸孔100-34を介して空気が出入りするため、内部の気圧は、ほぼ外部の気圧と一致するように調整される。

【0359】下筐体100-1と上筐体100-31の長さは100mm、幅は70mmとされている。そして両者を組み合わせた状態における高さは、磁気ディスク100-23が2枚であるとき15.0mm、1枚であるとき12.7mmとされる。

【0360】尚、この実施例においては下筐体100-1を板状に構成し、上筐体100-31を箱状に形成したが、図62および図63に示すように、下筐体100-1を、平面部100-1aと側面部100-1bにより箱状に形成し、上筐体100-31を板状(平面部100-31c)に形成することも可能である。

【0361】これらの図に示した筐体の特徴は、平面部100-31aに、呼吸孔100-34以外に穴が形成されていない点にある。この特徴をより理解しやすくするために、図64に従来の上筐体100-31の形状を示している。同図に示すように、従来の上筐体100-31には、穴100-51、100-52と凹部100-53が形成されている。凹部100-53は、例えばラベルを貼るための窪みであるが、穴100-51は、サーボライト用のヘッドを挿入するための穴である。

【0362】即ち、従来の磁気ディスク装置においては、磁気ディスクを筐体に組み込む前にエンコーダなどのサーボ信号を記録しておく、組み立て時における圧力による変形あるいは取り付け誤差などに起因して偏心が発生し、サーボ信号を記録した状態における位置信号の記録位置が、実際にデータを記録する場合における位置と必ずしも正確に対応しないこととなる。このため正確なサーボをかけることができなくなる。そこで、従来の装置においては、磁気ディスクを筐体に組み込んだ後、サーボ信号を磁気ディスクに記録するようにしている。

【0363】即ち、筐体に組み込まれた磁気ディスクにサーボ信号を記録するために、記録用の磁気ヘッド(サーボライト用のヘッド)を穴100-51から挿入する。そして、そのヘッドにより磁気ディスク上にサーボ信号を記録する。

【0364】また、筐体の内部に組み込まれているアームに穴100-52からミラーを取り付け、このミラーにレーザ測長器のレーザ光を照射してその位置を精密に測定する。そして、このレーザ測長器でアームの位置を正確に測定しながらアームの位置を順次、磁気ディスクの半径方向に移動させる。そして、所定のトラックにサーボデータ(エンコーダ)を記録する。

【0365】例えば、最外周の1本のトラックにサーボデータを記録するのに、トラックの1/4の幅ずつサー

63

ボデータを記録し、その位置をトラックと垂直な方向に1/4ずつ順次ずらし、4回転で1本のトラックに対するサーボ信号を記録することができる。このようにして、磁気ディスクの最外周トラックにロータリエンコーダを記録している。

【0366】このようにしてサーボデータを磁気ディスクに記録した後、穴100-51と100-52は所定の部材により閉塞され、筐体が密閉される。

【0367】しかしながら、図2乃至図8を参照して説明したように、本発明の磁気ディスクには、トラックやサーボデータが、物理的に他の領域と区別して専用の記録領域として形成された位置に予め刻印形成され、記録されている。従って、その記録位置（成形位置）は、ディスク成形時におけるレーザビームの照射位置を微細に制御する技術を応用して、極めて正確に調整することができる。そこで本実施例においては、取り付け誤差に起因する偏心だけを考慮すればよいことになる。

【0368】本実施例によれば、図34と図35を参照して説明したように、偏心に対しても、トラッキングエラー信号にフィードフォワード制御によりオフセット信号を付加するようにして、正確な制御が可能となされている。その結果、ホームインデックス100-73、ユニークパターン20-72、グレイコード20-71、ウォールドマーク20-12、20-13などのサーボパターンの他、クロックマーク20-11、セクタ番号20-41a、トラック番号20-41b1、20-41b2などを予め磁気ディスクに刻印形成しておき、これを後から筐体内に組み込んだとしても、正確な記録再生が可能となる。その結果、本発明においては、筐体にサーボデータ記録用の穴を形成する必要がないのである。

【0369】このように、筐体に穴をあける必要がないので、筐体を均一の高さの単純な箱または板として形成すればよく、機械的な剛性を増加させることができる。これにより、機械的共振を押さえ、ヘッドを磁気ディスクに対して高精度に位置決めすることが可能となる。

【0370】さらに、従来、穴があいているため、磁気ディスク装置をクリーンルーム内で合否判定のテストをするなどしなければならなかったが、本発明によれば、穴がないので、組立後は、クリーンルームでの取り扱いが不要となる。

【0371】なお、スピンドルモータ100-21をさらに薄型にした場合においては、その取付のための穴100-2は省略することができる。

【0372】このようなことから、本装置によれば、製造が容易となり、1つの装置を完成するのに要する時間も短くなるため、低コスト化が可能となる。

【0373】

【発明の効果】以上の如く請求項1に記載の磁気ディスク装置によれば、トラックに対してガードバンドを凹部

64

として刻印形成するようにしたので、クロストーク軽減のためにガードバンドを広くする必要がなくなり、トラックピッチを狭くし、記録容量を増大させることが可能となる。また、トラッキング用マーク、トラック番号表示マークまたはクロックマークを、磁気ヘッドの回動軌跡に沿って凹凸により刻印形成するようにしたので、トラックピッチを狭くした場合においても、正確なアクセスが可能となる。

【0374】請求項2に記載の磁気ディスク装置によれば、ディスク状媒体の偏心に対応する変化量を計測し、その計測結果に対応して、記録または再生動作を制御するようにしたので、トラッキング用マーク、トラック番号表示マークまたはクロックマークなどが予め記録されているディスク状媒体を、後から筐体に対して組み込んだ磁気ディスク装置においても、偏心に拘らず、正確なデータの記録または再生が可能となる。

【0375】請求項3に記載の磁気ディスク装置によれば、トラッキング用マーク、トラック番号表示マークおよびクロックマークの粗の数を1周当り1000個以下にしたので、記録容量を確保しつつ、正確なディスク状記録媒体の制御が可能となる。

【0376】請求項4に記載の磁気ディスク装置によれば、制御信号記録領域の1周に占める割合を40%以下としたので、記録容量を確保しつつ、刻印形成されたマーク信号による磁気ヘッドのあばれを最小限に止どめ、正確にデータを記録再生することが可能となる。

【0377】請求項5に記載の磁気ディスク装置によれば、ディスク状媒体の基板を樹脂またはガラスにより構成するようにしたので、軽量化した装置を実現することができ、また、面精度を良好にすることができるため、磁気ヘッドとディスク状媒体との距離を小さくし、小型の装置を実現することが可能となる。

【0378】請求項6に記載の磁気ディスク装置によれば、記録ヘッドと再生ヘッドとを分離したので、データを高速に記録再生することが可能となる。

【0379】請求項7に記載の磁気ディスク装置によれば、トラックから半径方向にずれた位置に第1のマークを形成するようにしたので、記録ヘッドと再生ヘッドとを分離したとしても、記録時に記録ヘッドをトラック上に正確にトラッキング制御することが可能となる。

【0380】請求項8に記載の磁気ディスク装置によれば、複数個のマークを設けるようにしたので、一方にドロップアウトなどがあっても、他方を基準にしてアクセスすることができ、安全性を高めることができる。

【0381】請求項9に記載の磁気ディスク装置によれば、トラッキング用マークまたはトラック番号表示マークの位置変化量、またはクロックマークの時間変化量を検出するようにしたので、ディスク状媒体の偏心を正確に検出することが可能となる。

【0382】請求項10に記載の磁気ディスク装置によれば、トラッキング用マーク、トラック番号表示マークまたはクロックマークから、磁気ヘッドの偏心に起因する位置ずれを補正する偏心制御量を演算するようにしたので、偏心に起因する位置ずれを正確に補正することが可能となる。

【0383】請求項11に記載の磁気ディスク装置によれば、演算して得られた偏心制御量を記憶し、その記憶した偏心制御量に対応して、磁気ヘッドをトラッキング制御するようにしたので、トラッキング制御の全体のサーボゲインを上げることなく、確実なトラッキング制御が可能となる。

【0384】請求項12に記載の磁気ディスク装置によれば、クロックマークから時間変化量を計測し、これに対応してクロック信号の時間軸を補正するようにしたので、偏心等に起因するジッタを抑制することができる。

【0385】請求項13に記載の磁気ディスク装置によれば、ビタビ復号とCRC演算を同時に行うようにしたので、再生信号の迅速な処理が可能となる。

【0386】請求項14に記載の磁気ディスク装置によれば、再生クロックに対応して記録データを遅延するようにしたので、再生ヘッドと記録ヘッドの距離に起因する位相ずれや、非線形ビットシフトを補正し、記録データを正確な位置に記録することができる。

【0387】請求項15に記載の磁気ディスク装置によれば、位置ずれの大きさに対応して記録動作を制御するようにしたので、異常なショックなどが加えられた場合における誤動作を抑制することができる。

【0388】請求項16に記載の磁気ディスク装置によれば、筐体に呼吸孔だけを設けるようにしたので、製造に要する時間が短くなり、コストを安くすることができる。

【0389】請求項17乃至19に記載の磁気ディスク装置によれば、ディスク状媒体の直径を2.5インチ、1.8インチまたは1.3インチにするようにしたので、小型で軽量の装置を実現することができる。

【0390】請求項20に記載の磁気ディスク装置の製造方法によれば、トラッキング用マーク、トラック番号表示マークおよびクロックマークを刻印形成、記録した後、ディスク状媒体を筐体に対して組み立てるようにしたので、装置を迅速に完成することができ、コストを安くすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気ディスク装置の全体の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の磁気ディスクのサーボデータ記録領域とデータ記録領域のフォーマットを説明する図である。

【図3】本発明の磁気ディスクのユニークパターンが存在するサーボデータ記録領域のフォーマットを説明する図である。

【図4】本発明の磁気ディスクのホームインデックスが存在するサーボデータ記録領域のフォーマットを説明する図である。

【図5】本発明の磁気ディスクのユニークパターンとホームインデックスが存在しないサーボデータ記録領域のフォーマットを説明する図である。

【図6】本発明の磁気ディスクのサーボデータ記録領域とデータ記録領域の磁気ヘッドの回動軌跡の関係を説明する図である。

10 【図7】本発明の磁気ディスクのサーボデータ記録領域の平面の形状を説明する図である。

【図8】本発明の磁気ディスクの断面構成を説明する図である。

【図9】本発明の磁気ディスク上の凹凸の刻印パターンを説明する図である。

【図10】本発明の凹凸を有する磁気ディスクを磁化する方法を説明する図である。

【図11】本発明の磁気ディスクのより詳細な断面構成を説明する断面図である。

20 【図12】本発明のデータ記録領域とサーボデータ記録領域の概略を説明する平面図である。

【図13】本発明のスライダと磁気ディスクとの関係を説明する図である。

【図14】本発明のスライダの磁気ディスク上の凹部近傍における浮動量の変化を説明する図である。

【図15】本発明のスライダ浮動量変化のシミュレーションに用いたデータ記録領域とサーボデータ記録領域の割合を説明する図である。

30 【図16】本発明のセグメント周期でスライダの浮動量に変化する様子を説明する図である。

【図17】本発明の磁気ヘッドの正面の構成を示す図である。

【図18】本発明の磁気ヘッドの断面の構成を説明する断面図である。

【図19】本発明のアームの構成を説明する斜視図である。

【図20】図19のボールベアリングの構成を説明する断面図である。

40 【図21】本発明のクロック信号の時間軸誤差を補正する回路の構成を示すブロック図である。

【図22】偏心の動作を説明する図である。

【図23】ディスククロックに対するPLLクロックの位相の変化を説明する特性図である。

【図24】本発明のクロックの時間軸誤差の補正を行う他の回路の構成を示すブロック図である。

【図25】クロックマークと偏心の関係を説明する図である。

【図26】図21の偏心量測定部50-25の構成を示すブロック図である。

50 【図27】クロックマーク再生信号の時間間隔を説明する図である。

る図である。

【図28】クロック時間間隔カウント値の変化を説明する図である。

【図29】偏心量を説明する図である。

【図30】図21の偏心量測定部50-25の他の構成例を示すブロック図である。

【図31】図30の実施例において、クロックマーク再生信号の時間間隔を説明する図である。

【図32】図30の実施例において、クロック時間間隔の変化を説明する図である。

【図33】図30の実施例において、偏心量を説明する図である。

【図34】本発明のトラッキングサーボ回路の構成例を示すブロック図である。

【図35】図34の実施例の伝達特性を説明する図である。

【図36】図34の実施例におけるクローズドループによる外乱抑圧利得を説明する図である。

【図37】図34の実施例における見かけ外乱抑圧利得を説明する図である。

【図38】本発明のオフトラックを判定する回路の構成を示すブロック図である。

【図39】図38の実施例の動作を説明するフローチャートである。

【図40】100Gまたは100Gのショックを印加した場合の応答波形を説明する図である。

【図41】100Gのショックを印可した直後の応答波形の拡大図である。

【図42】100Gのショックを印加した場合におけるヘッドの移動軌跡を説明する図である。

【図43】100Gのショックをノイズとともに印加した場合における応答波形を説明する図である。

【図44】ビタビ復号におけるパスの状態を説明する図である。

【図45】ビタビ復号回路の構成例を説明するブロック図である。

【図46】図45の実施例の動作を説明するタイミングチャートである。

【図47】図45のRAM80-18の構成例を説明するブロック図である。

【図48】図47の実施例の動作を説明するタイミングチャートである。

【図49】本発明のビタビ復号とCRC演算を同時に行う場合の回路の構成を説明するブロック図である。

【図50】図49の実施例の動作を説明するタイミングチャートである。

【図51】本発明の記録回路の構成を示すブロック図である。

【図52】図51の実施例の動作を説明するタイミング

チャートである。

【図53】図51の遅延時間制御回路90-20の構成を示すブロック図である。

【図54】図51のパルス遅延回路90-30の構成を示すブロック図である。

【図55】図51の遅延時間制御回路90-20の他の構成例を示すブロック図である。

【図56】本発明を適用した磁気ディスクの記録フォーマットを示す図である。

10 【図57】図56の実施例を用いる場合の本発明の記録回路の構成を示すブロック図である。

【図58】図57の実施例の動作を説明するタイミングチャートである。

【図59】本発明の筐体と内部の部品の組立状態を示す分解斜視図である。

【図60】本発明の筐体の構成を示す斜視図である。

【図61】図60の実施例の断面構成を示す断面図である。

20 【図62】本発明の筐体の他の実施例の構成を示す斜視図である。

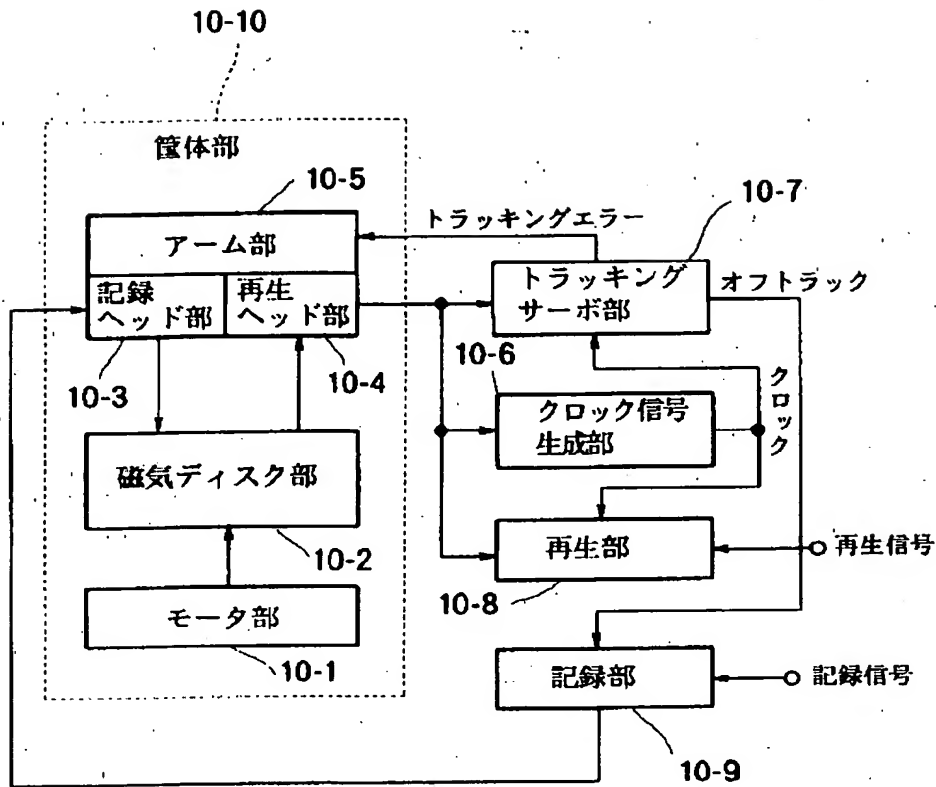
【図63】図62の実施例の断面構成を示す断面図である。

【図64】従来の筐体の構成を示す斜視図である。

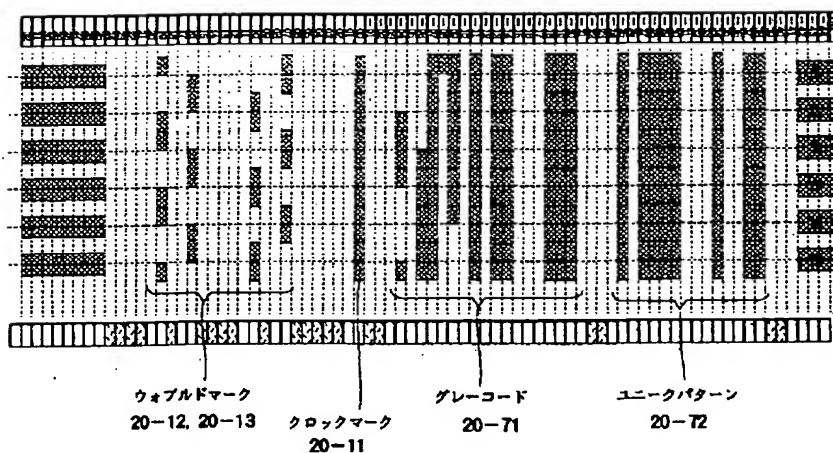
#### 【符号の説明】

- 10-1 モータ部
- 10-2 磁気ディスク部
- 10-3 記録ヘッド部
- 10-4 再生ヘッド部
- 10-5 アーム部
- 30 10-6 クロック信号生成部
- 10-7 トラッキングサーボ部
- 10-8 再生部
- 10-9 記録部
- 10-10 筐体部
- 20-10 トラック
- 20-11 クロックマーク
- 20-12, 20-12-1, 20-12-2, 20-13, 20-13-1, 20-13-2 ウォールドマーク
- 40 20-20 ガードバンド
- 20-30 再生ヘッド
- 20-31 記録ヘッド
- 20-40 サーボデータ記録領域
- 20-41, 20-41D データ記録領域
- 20-41H ID記録領域
- 20-71 グレーコード
- 20-72 ユニークパターン
- 20-73 ホームインデックス

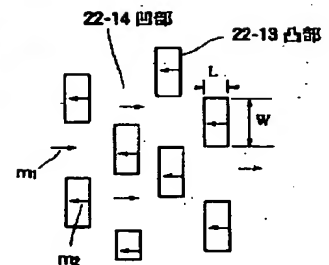
【図1】



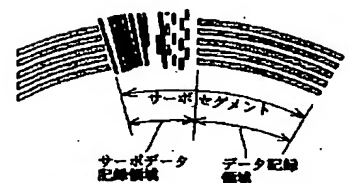
【図3】



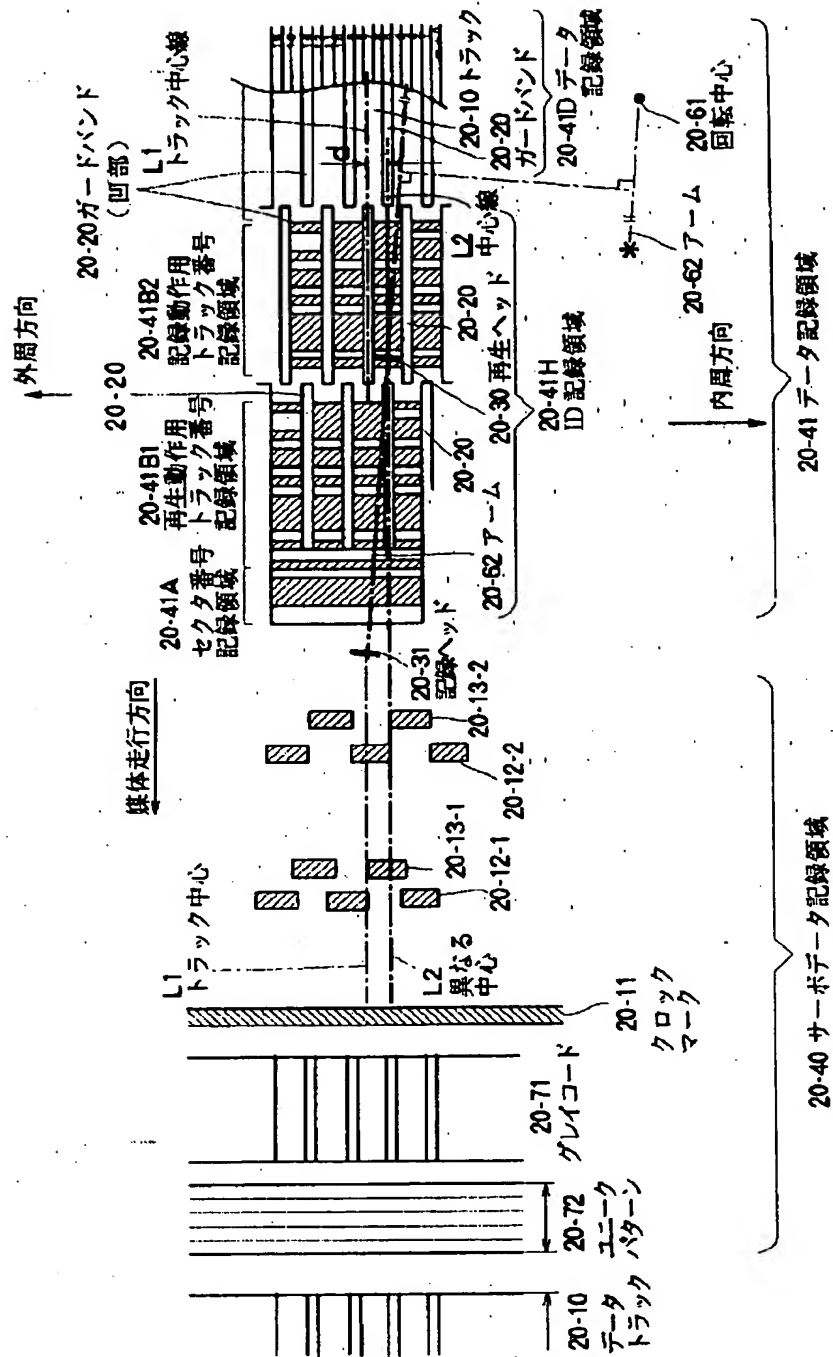
【図9】



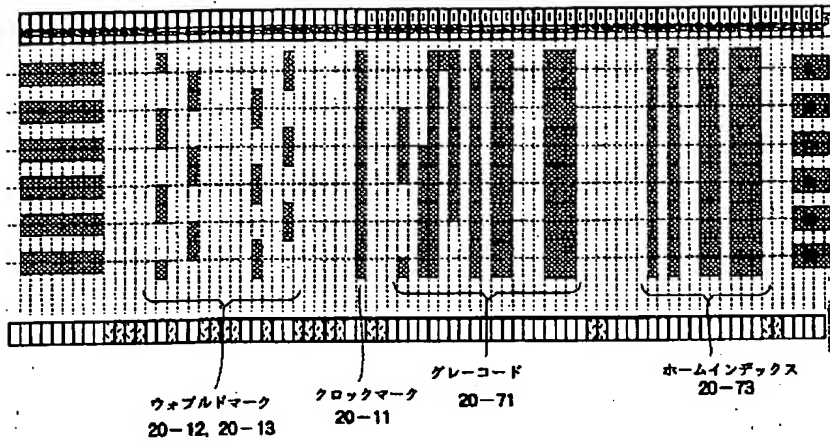
【図12】



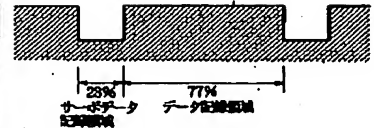
【図2】



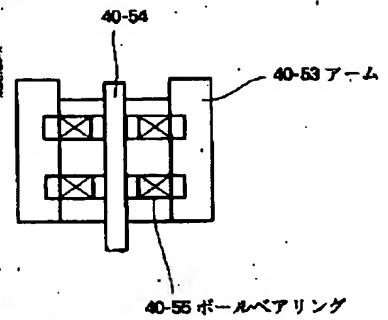
【図4】



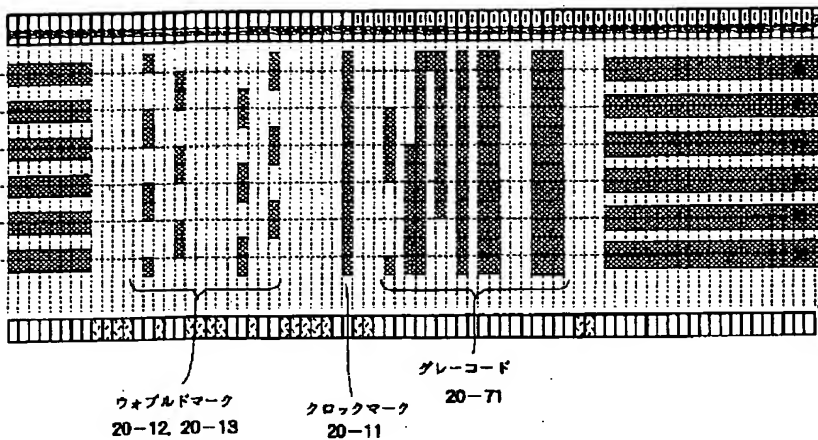
【図15】



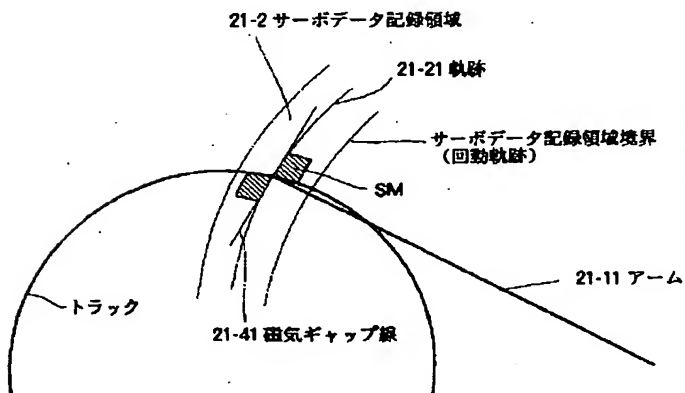
【図20】



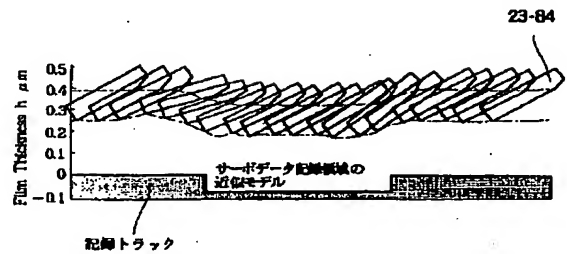
【図5】



【図7】

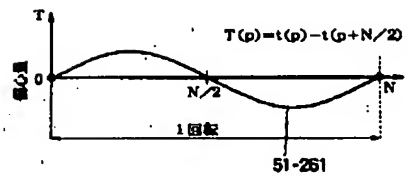


【図14】

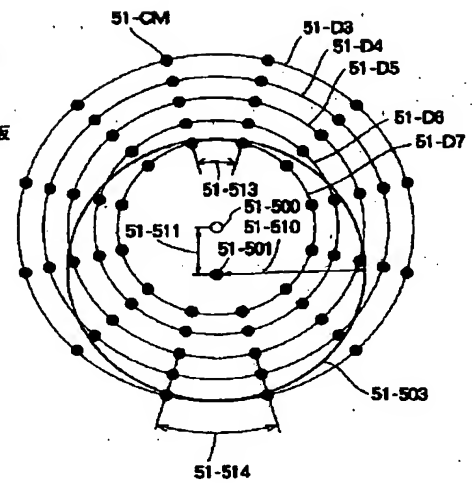




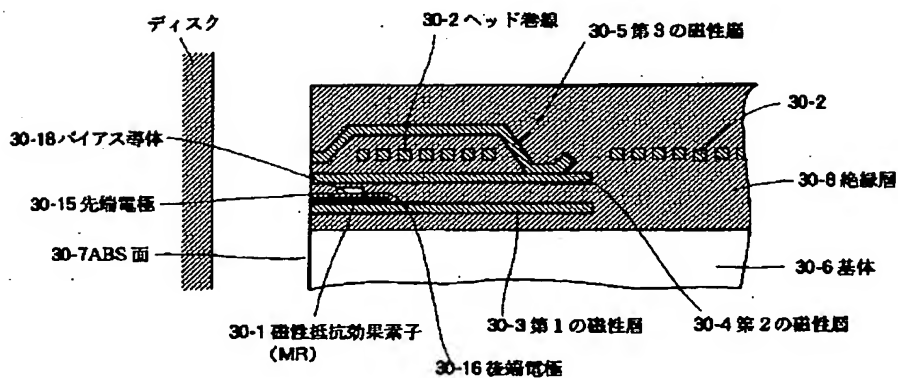
·【☒ 29】



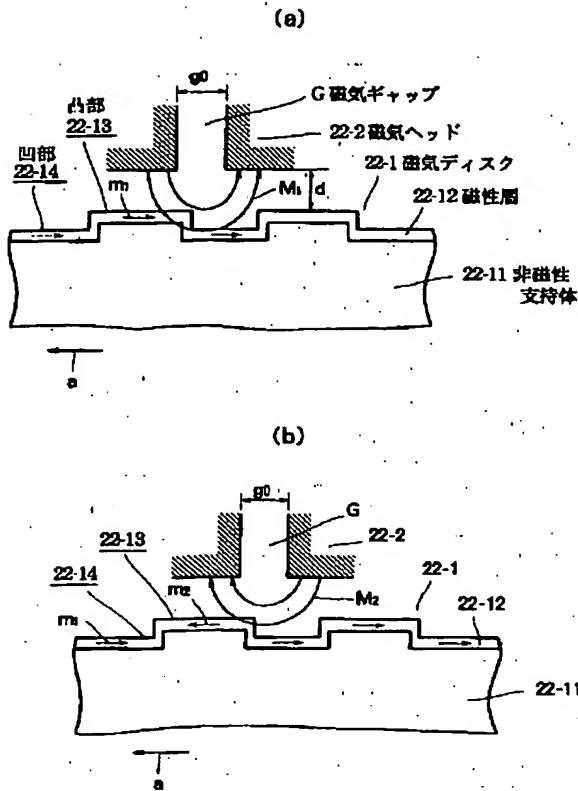
【图 2 5】



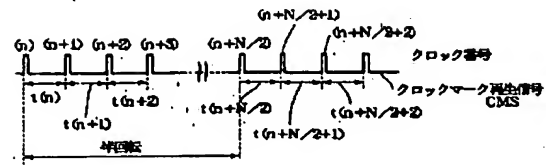
【图 18】



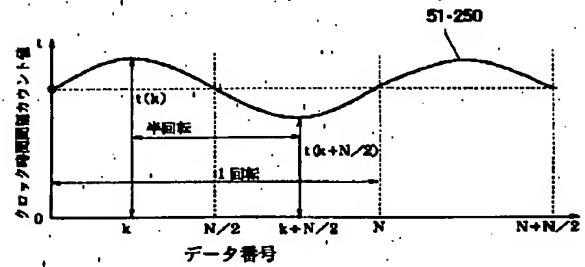
【図10】



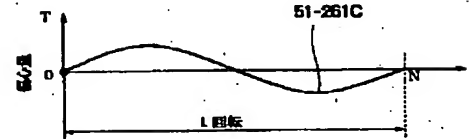
【図27】



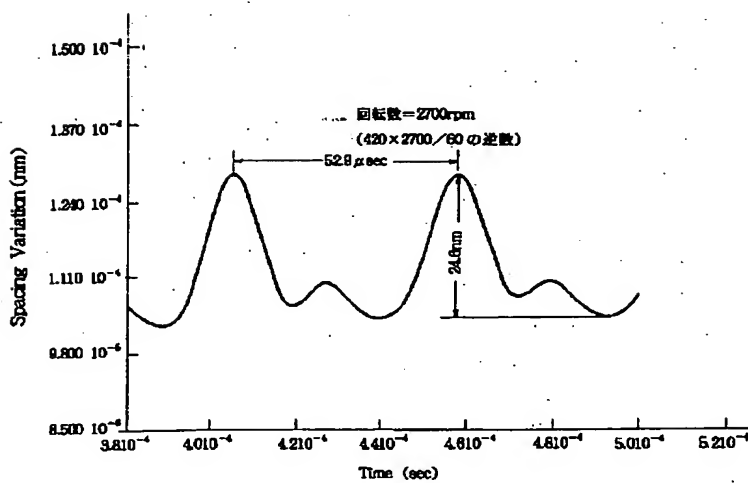
【図28】



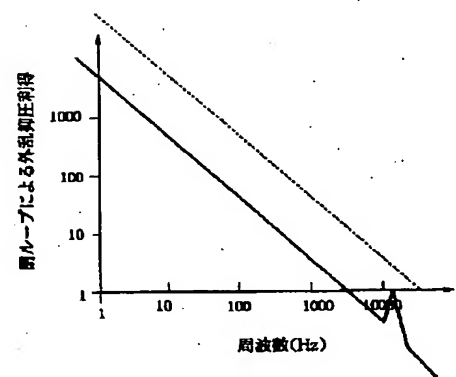
【図33】



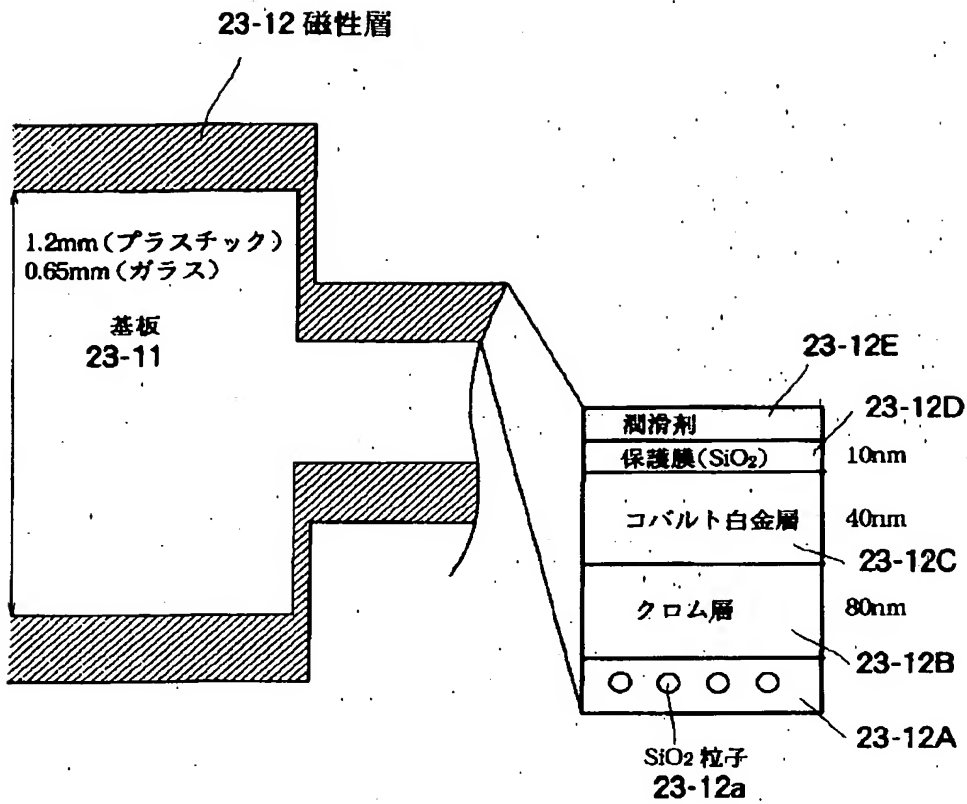
【図16】



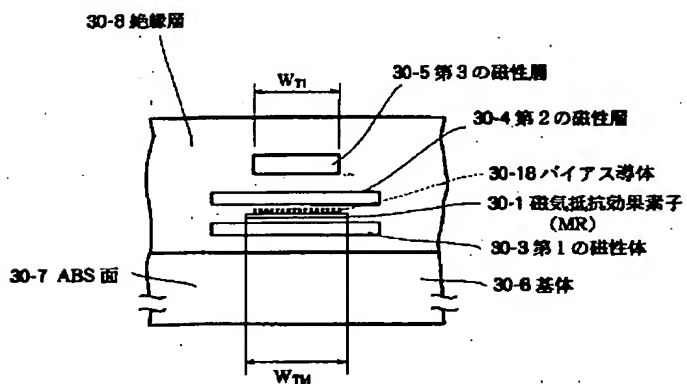
【図36】



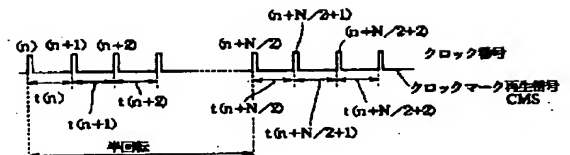
【図11】



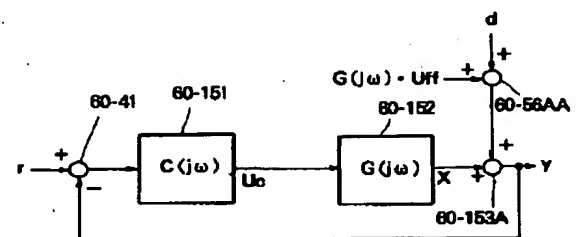
【図17】



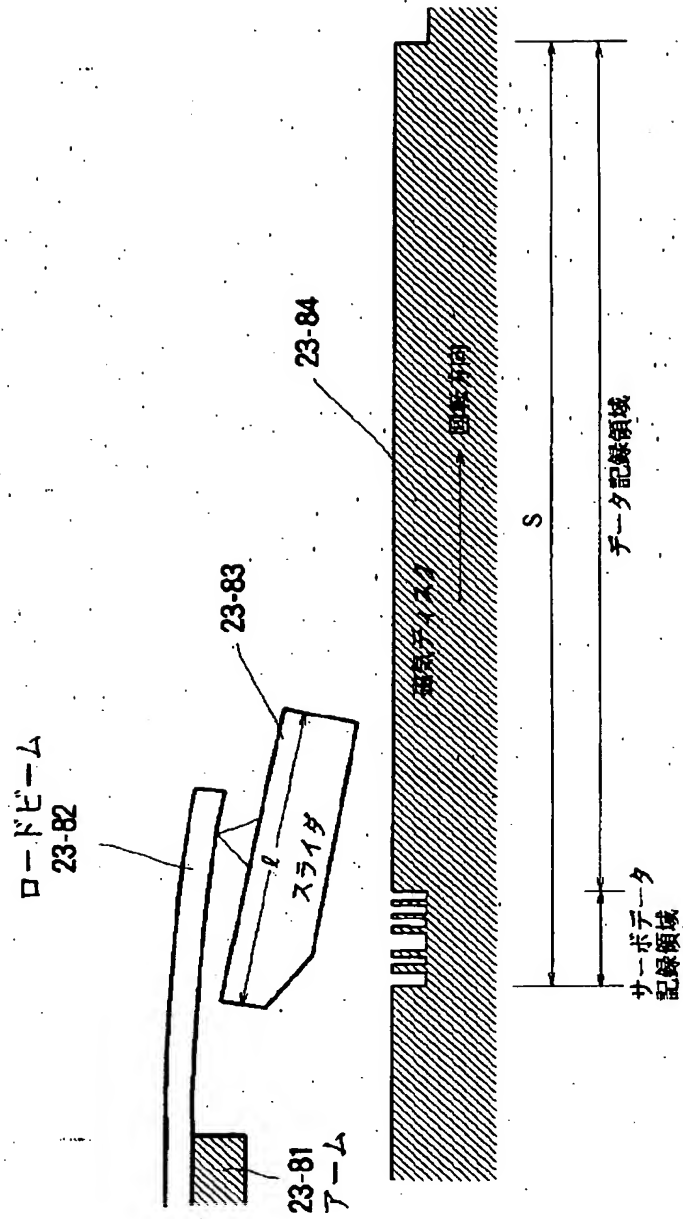
【図31】



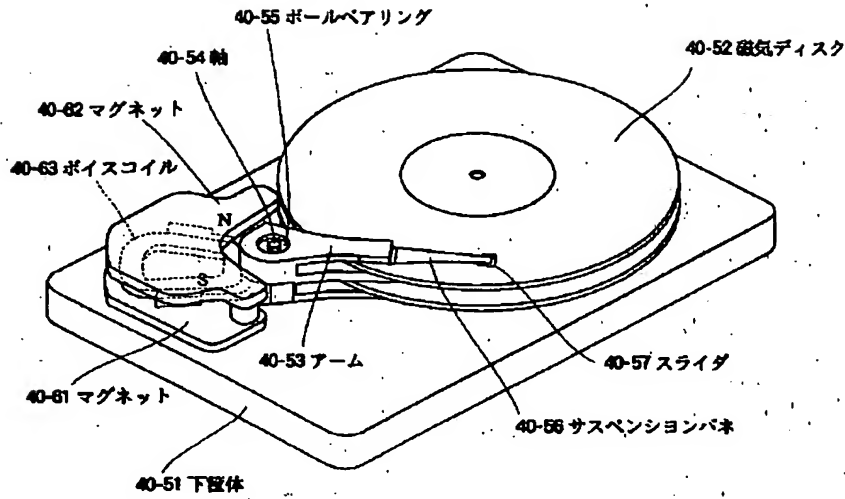
【図35】



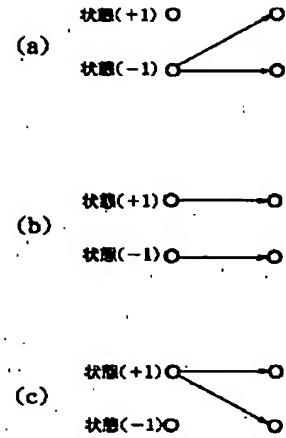
【図13】



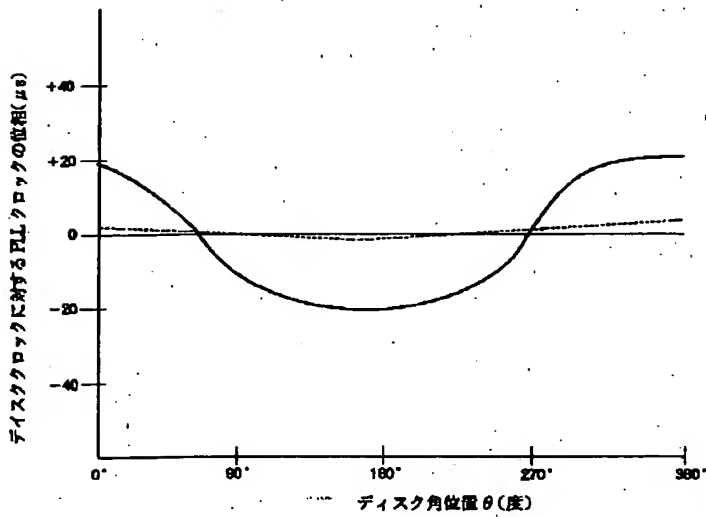
【図19】



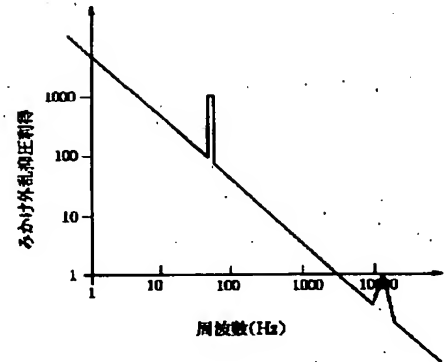
【図44】



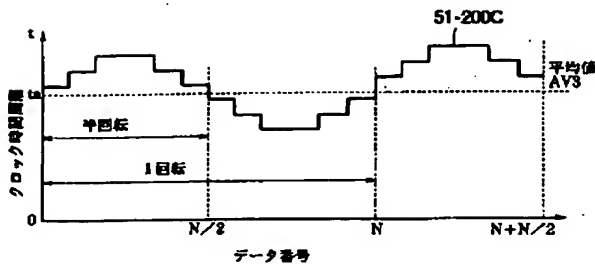
【図23】



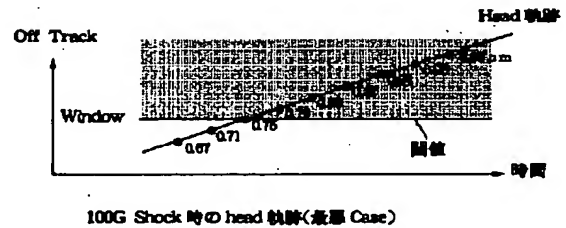
【図37】



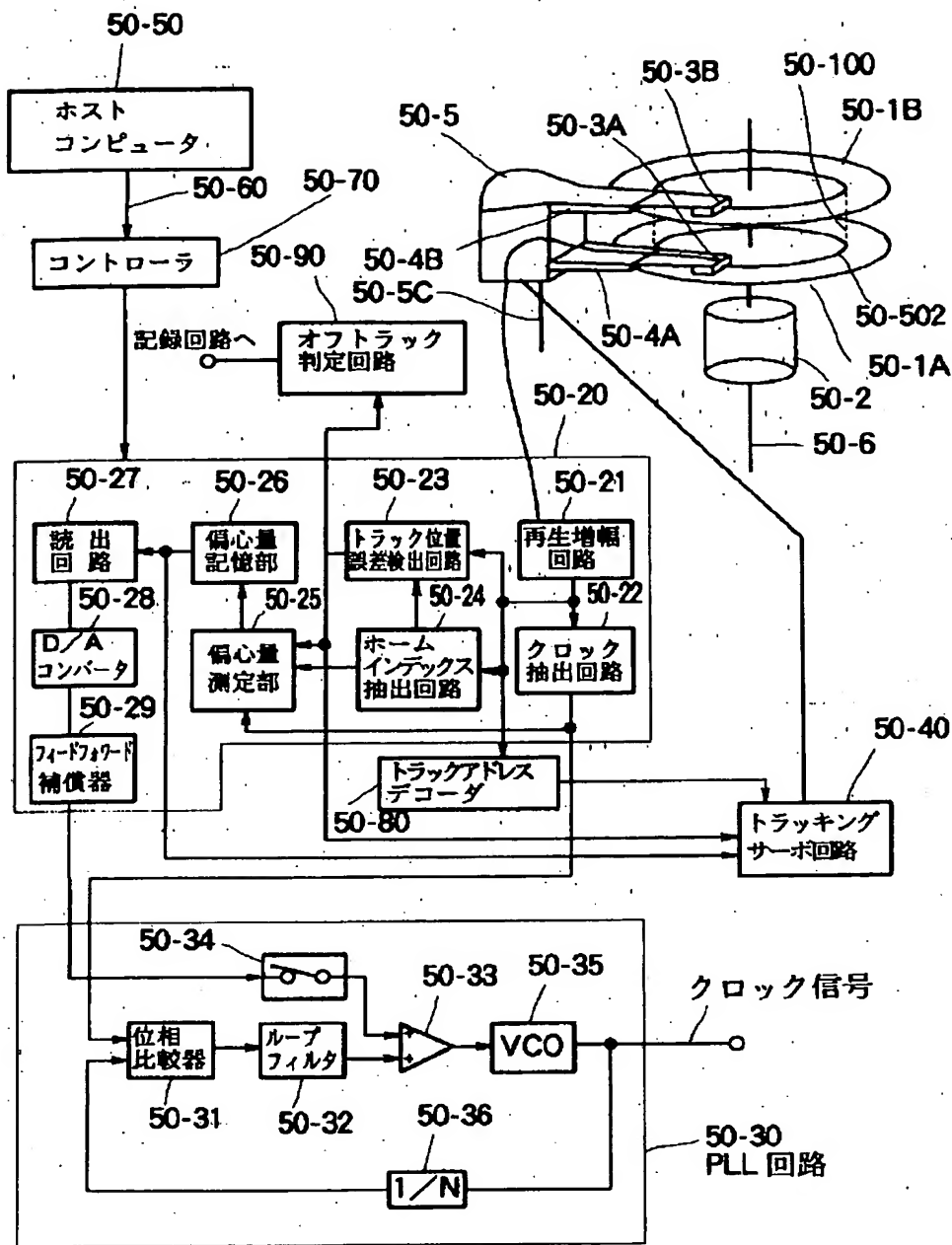
【図32】



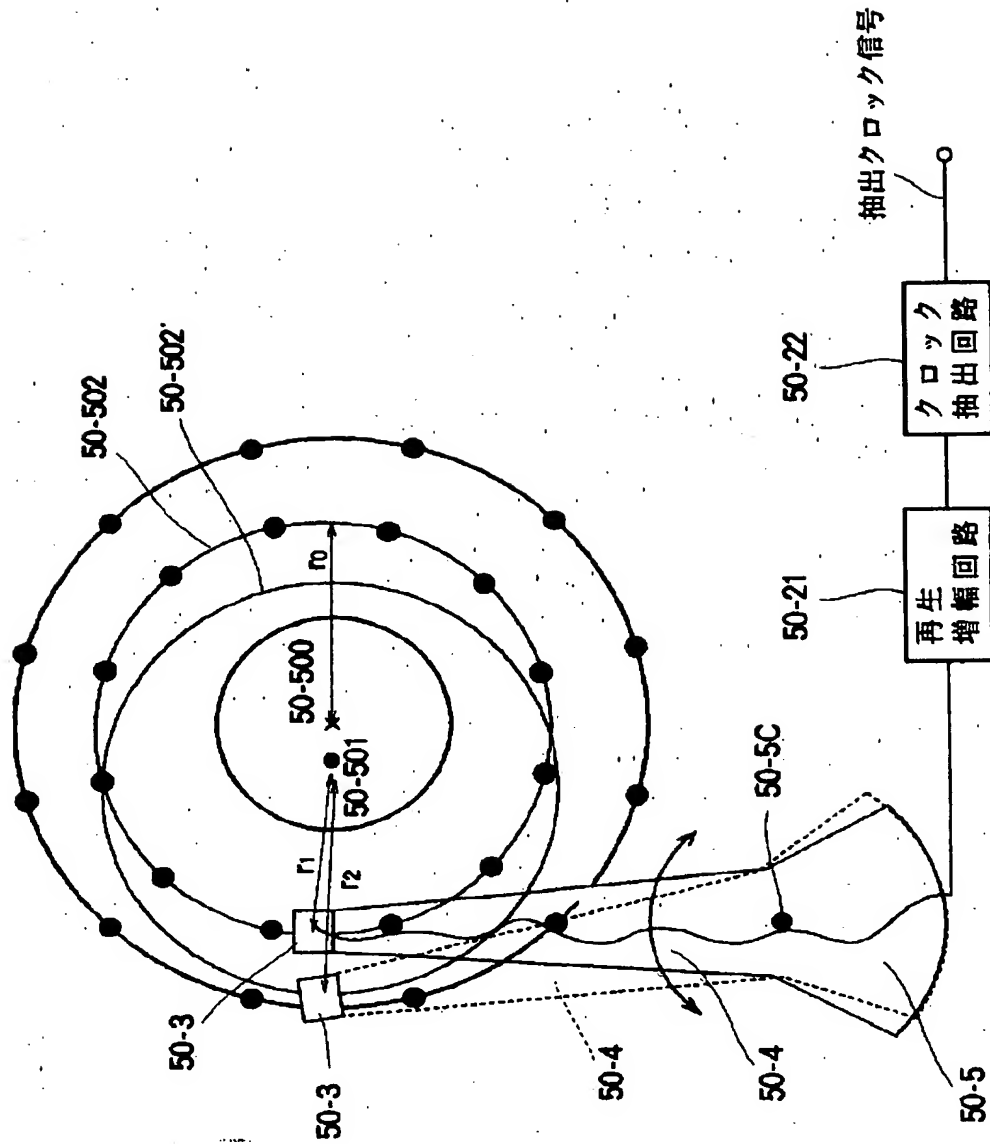
【図42】



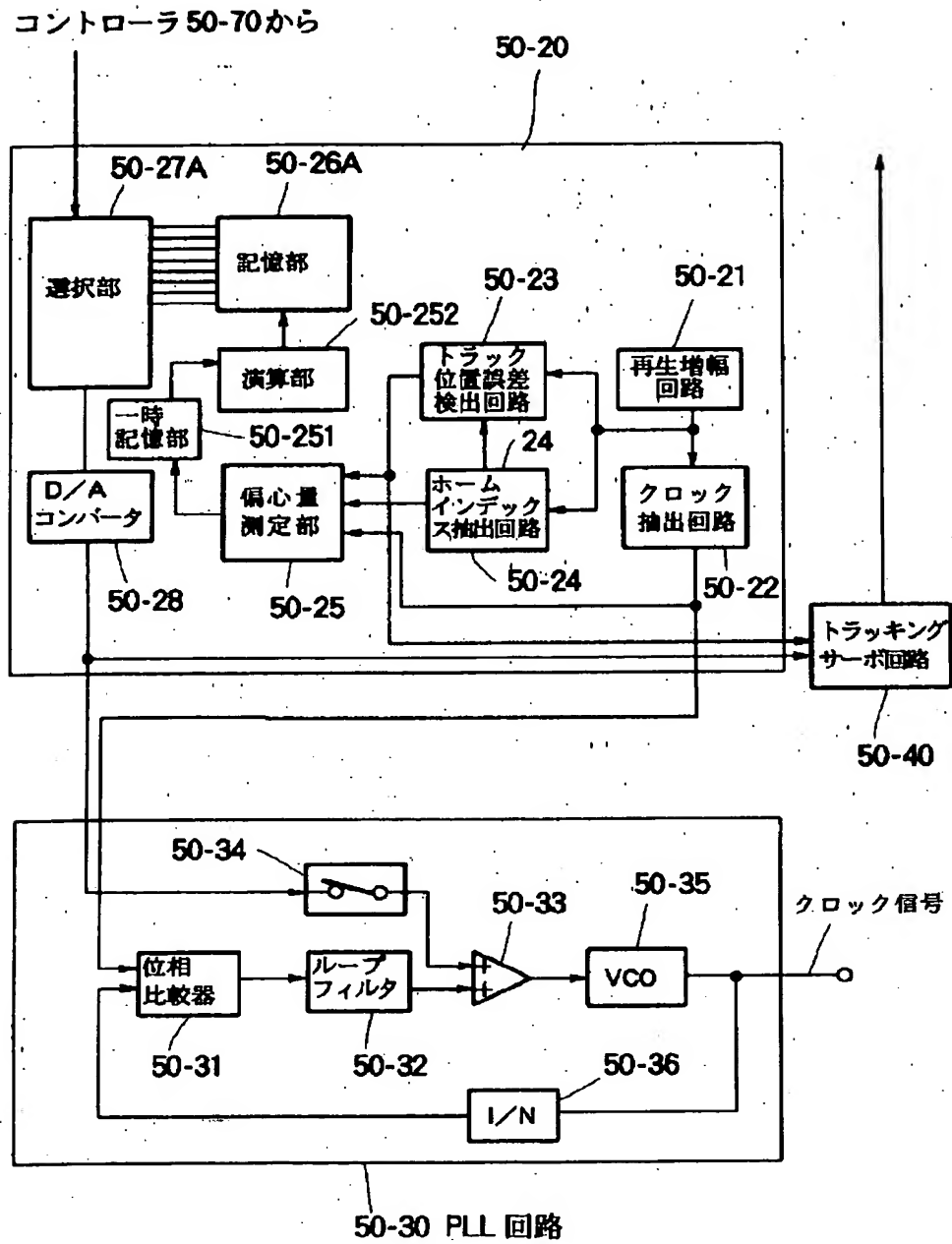
【图 2-1】



【図22】

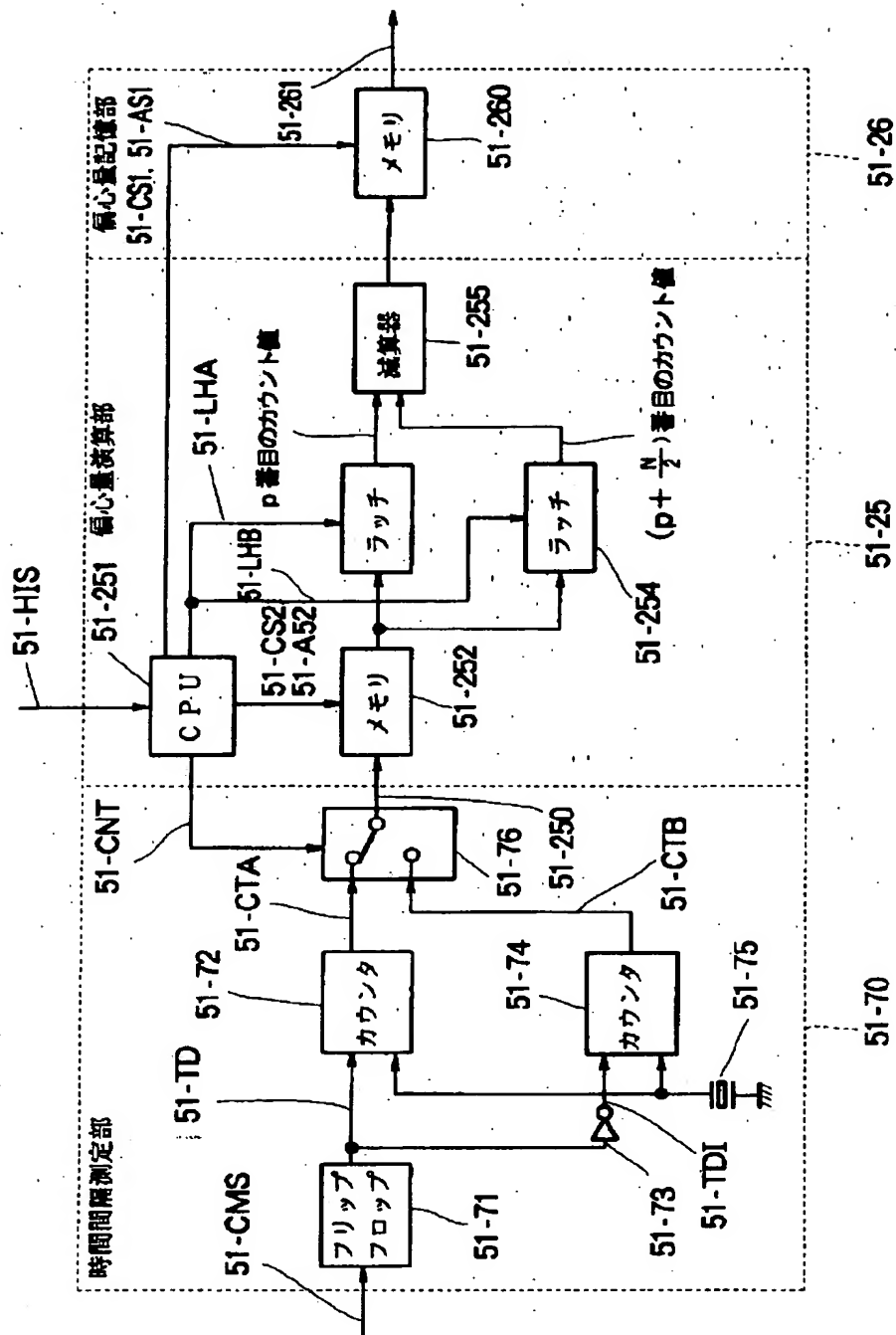


【図24】

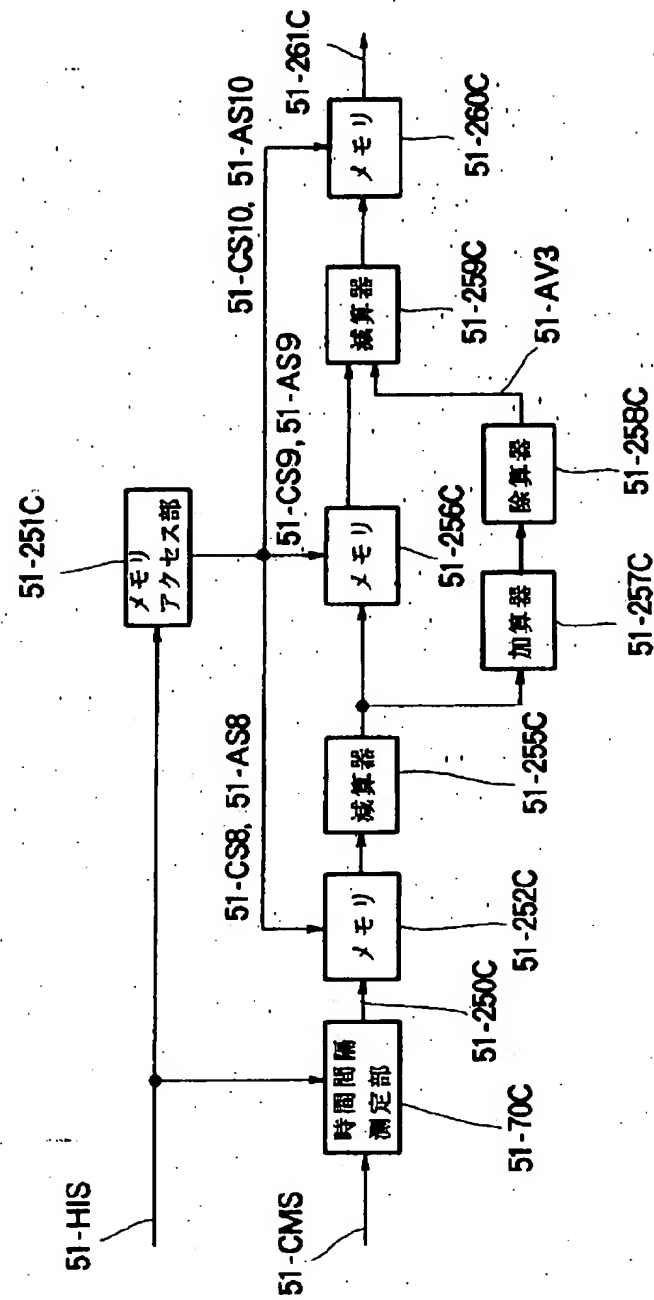




【图 2 6】

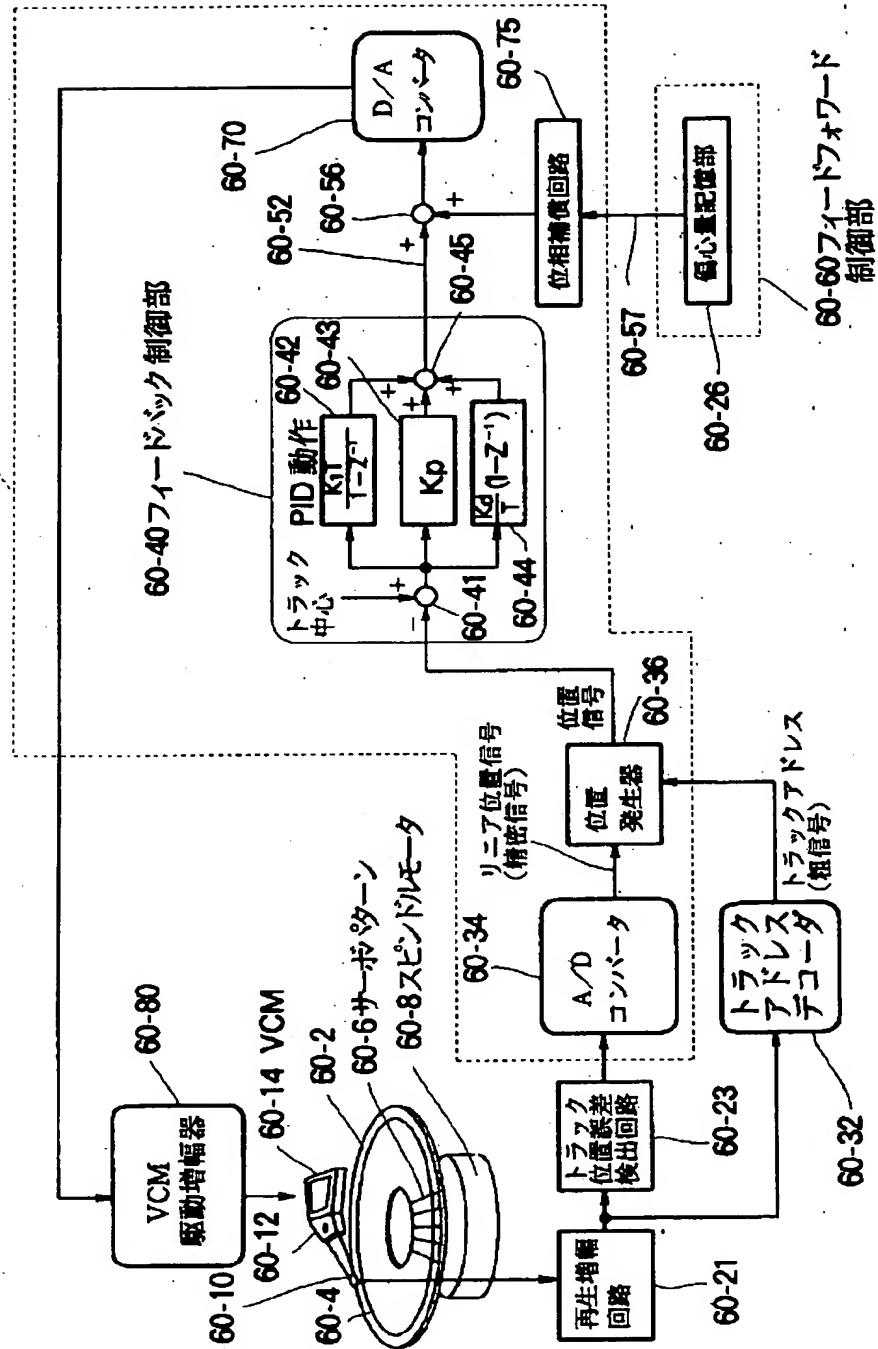


【図30】

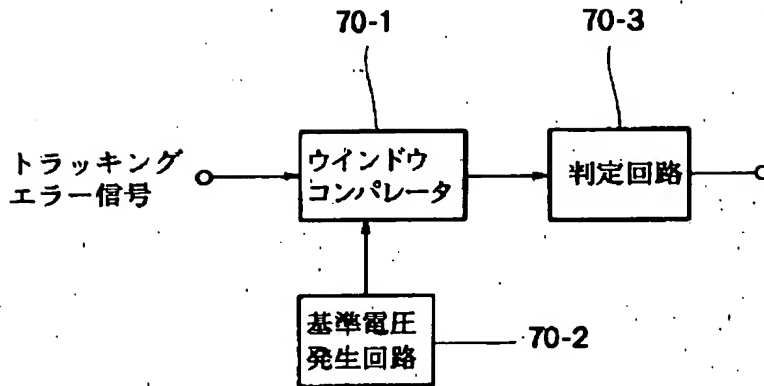


【図34】

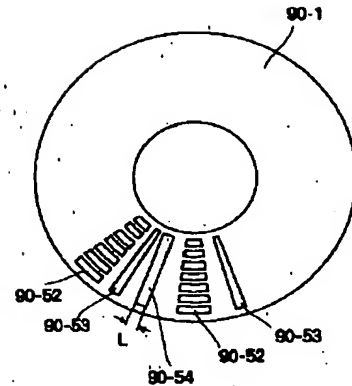
60-90 トラッキングサーボ回路



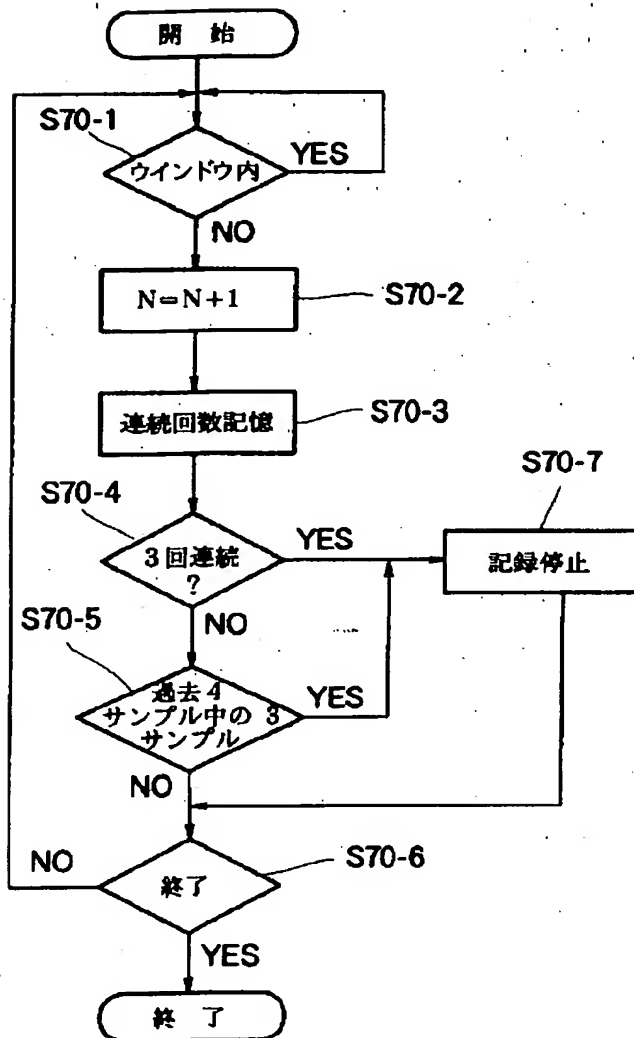
【図38】



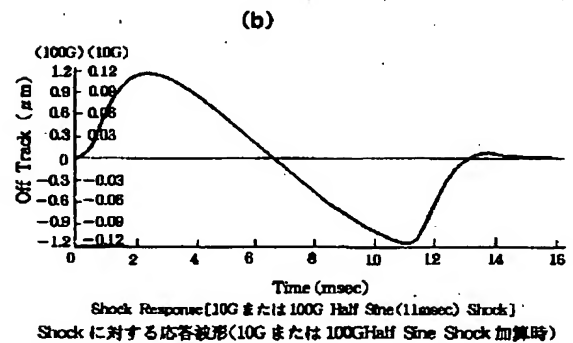
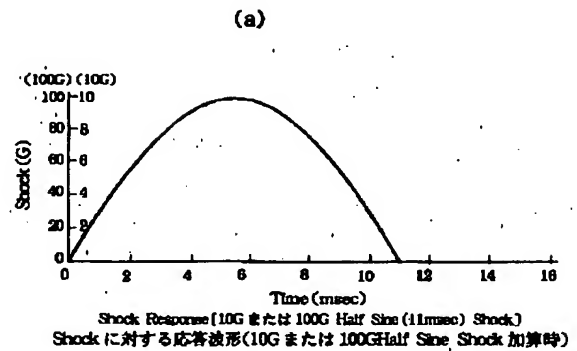
【図56】



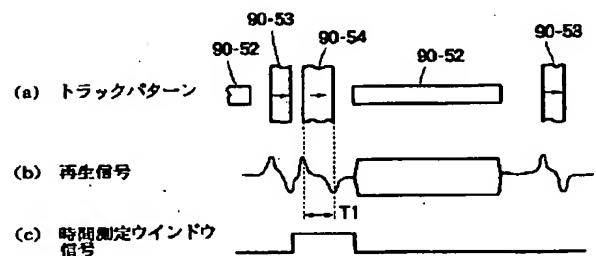
【図39】



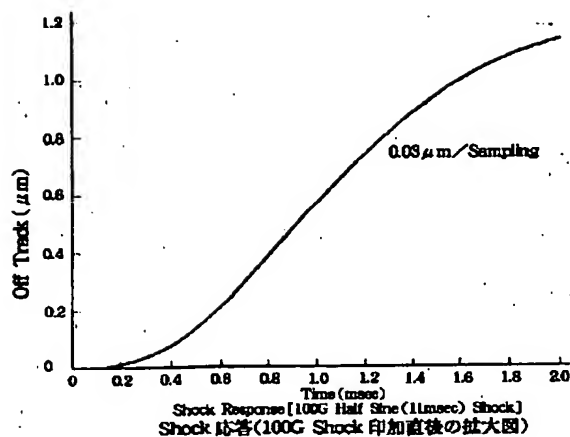
【図40】



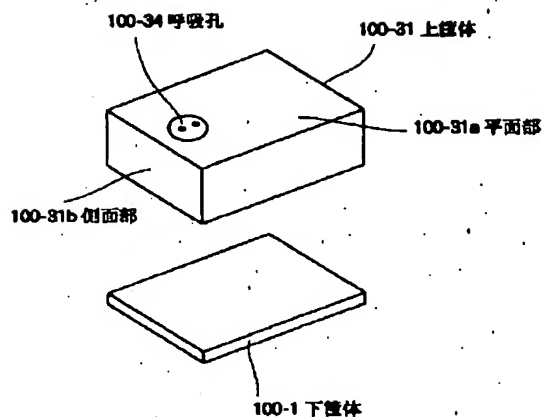
【図58】



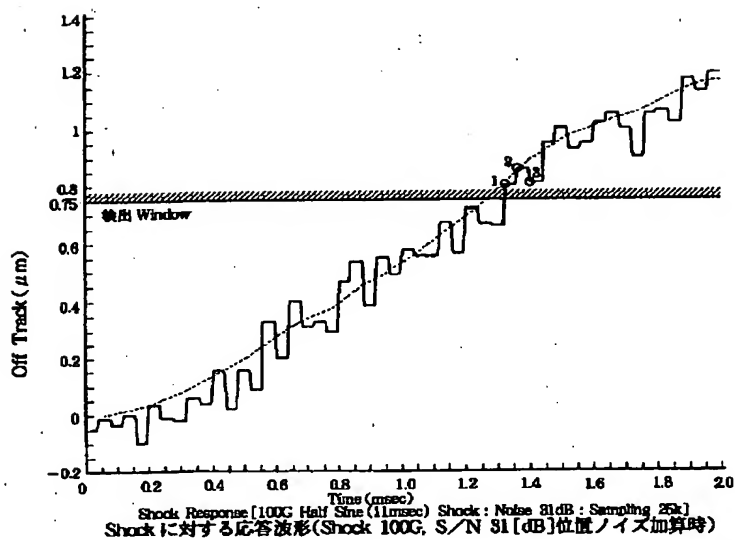
【図41】



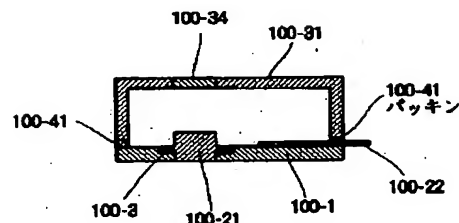
【図60】



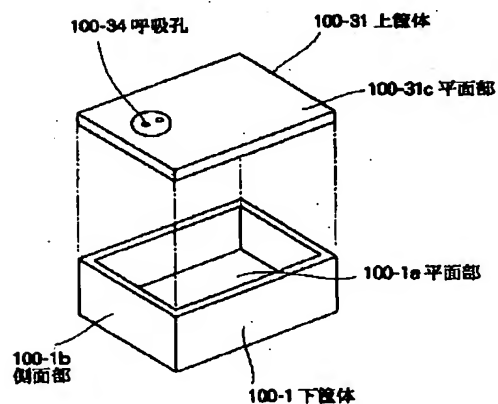
【図43】



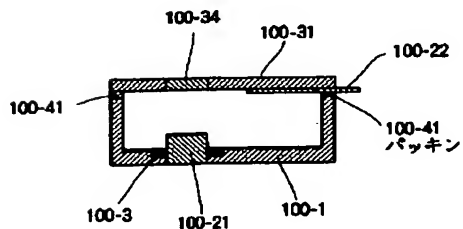
【図61】



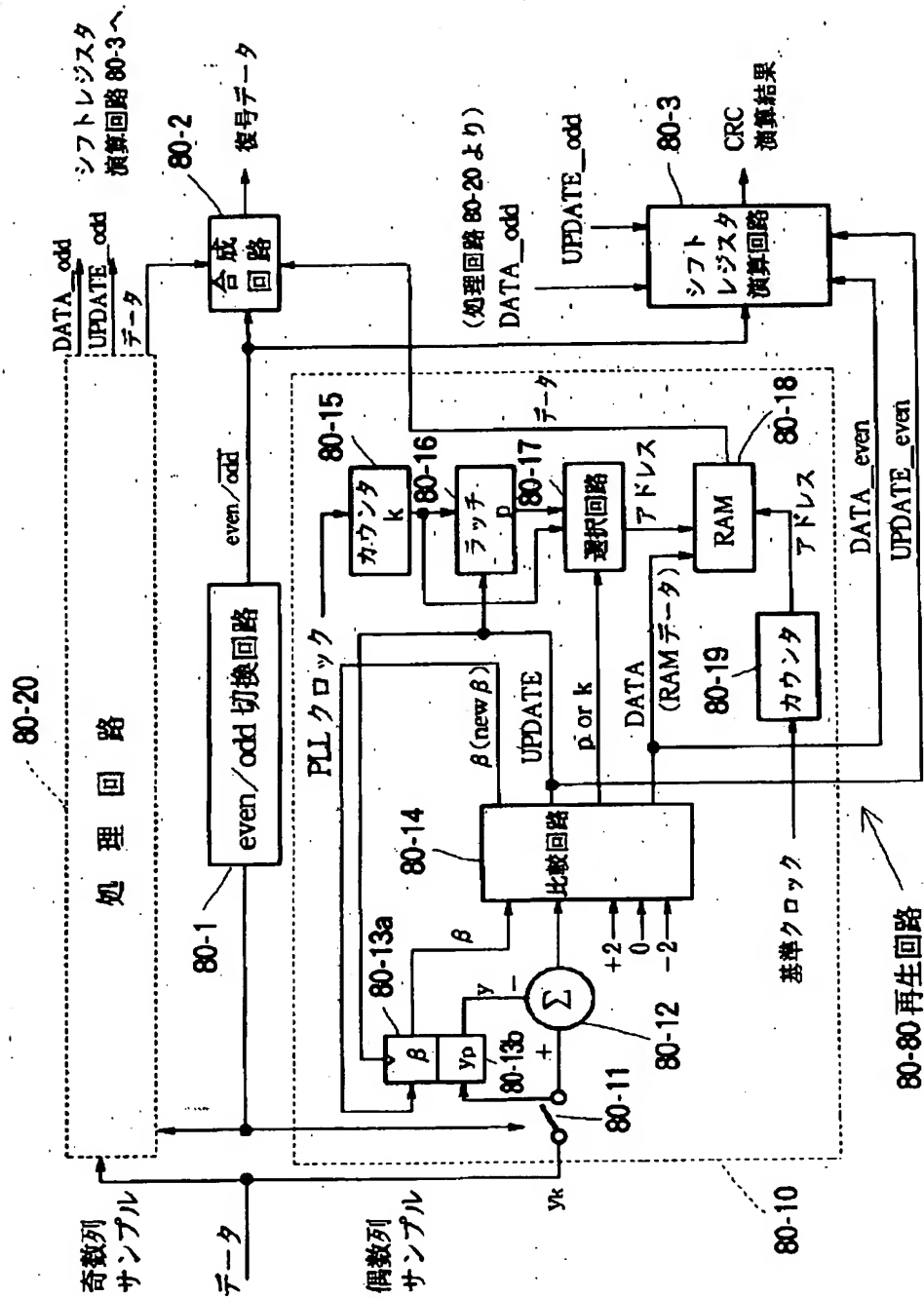
【図62】



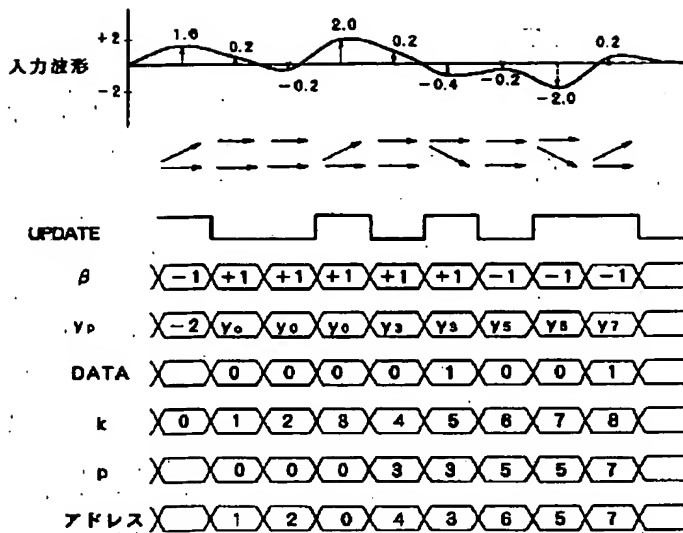
【図63】



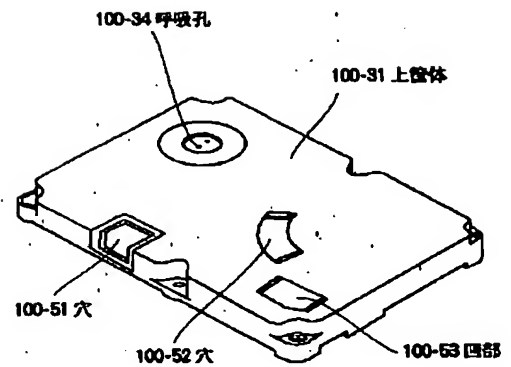
【図45】



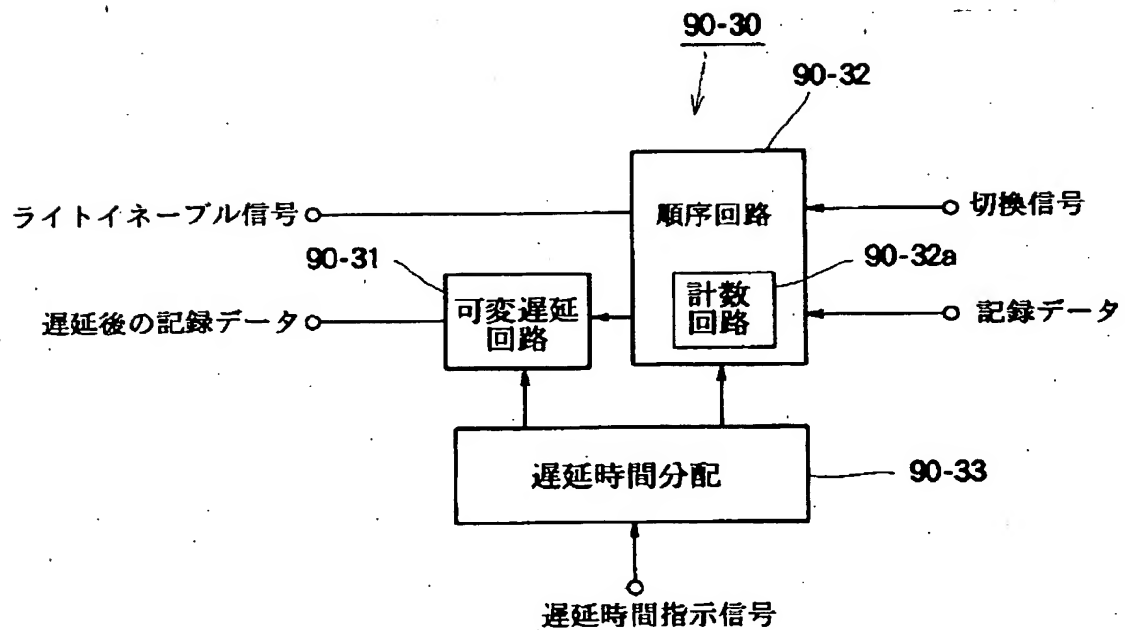
【図46】



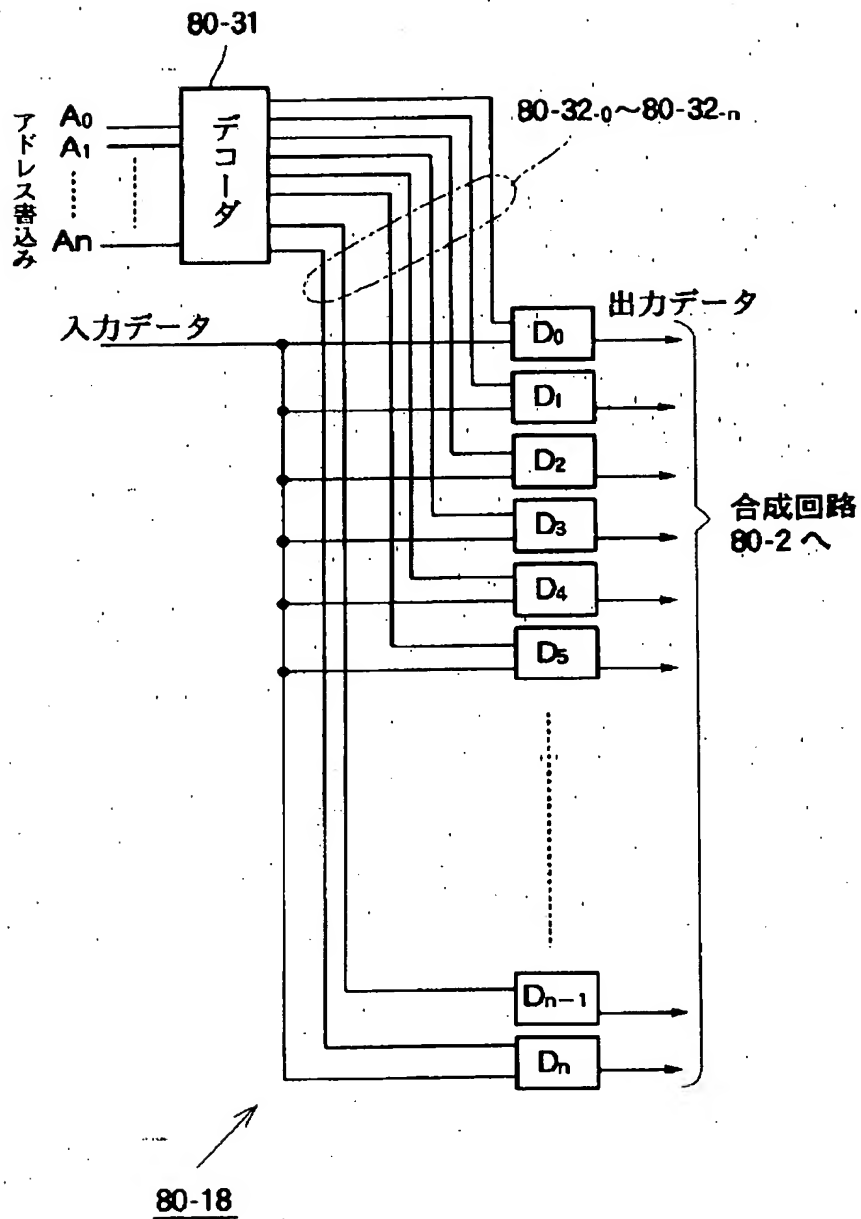
【図64】



【図54】



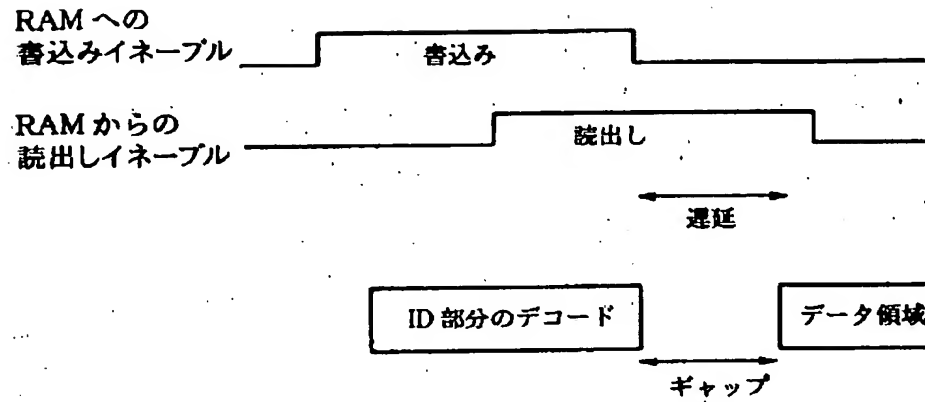
【図47】



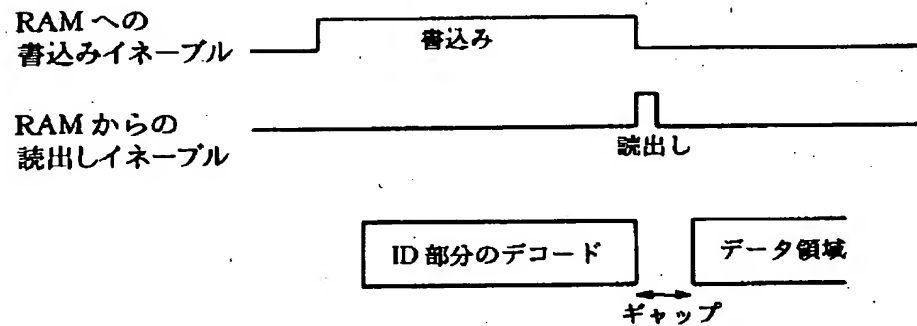


【図48】

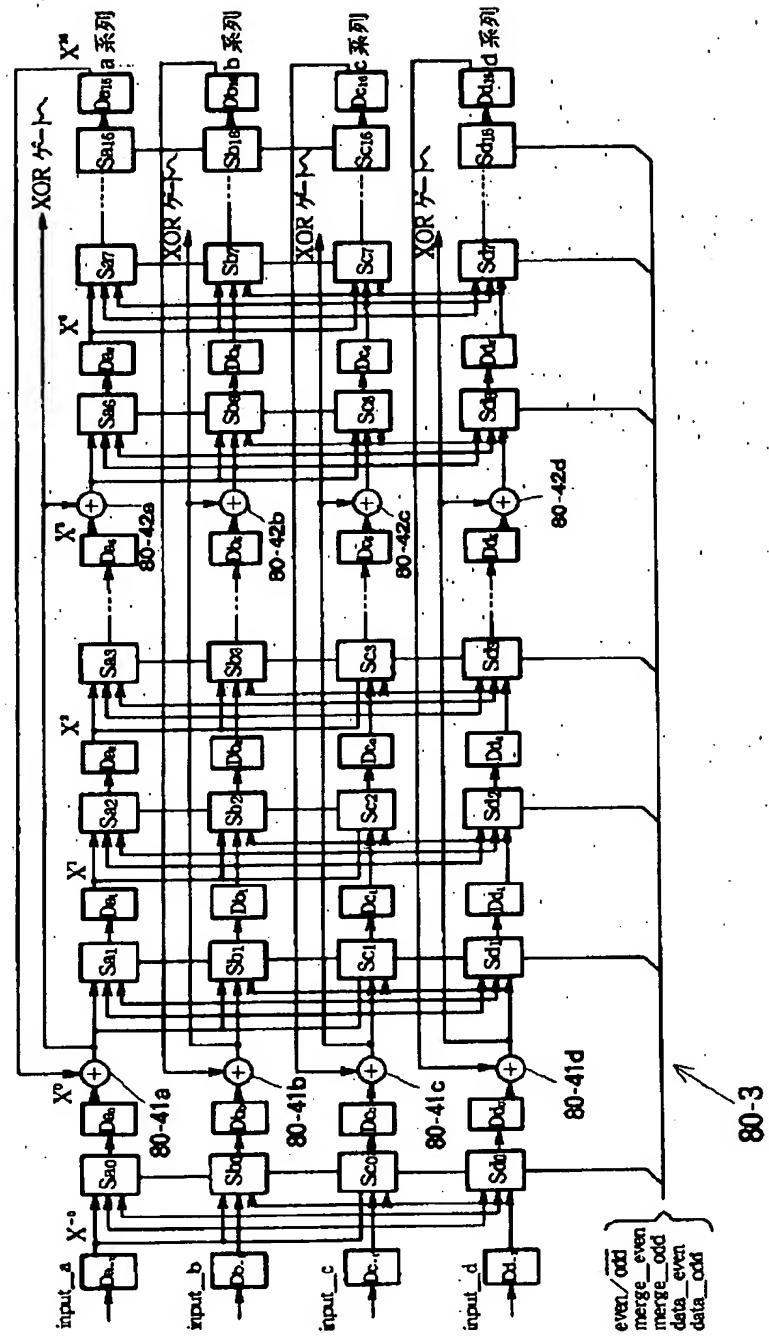
## (a)従来の方式



## (b)再生回路 80-80 の方式

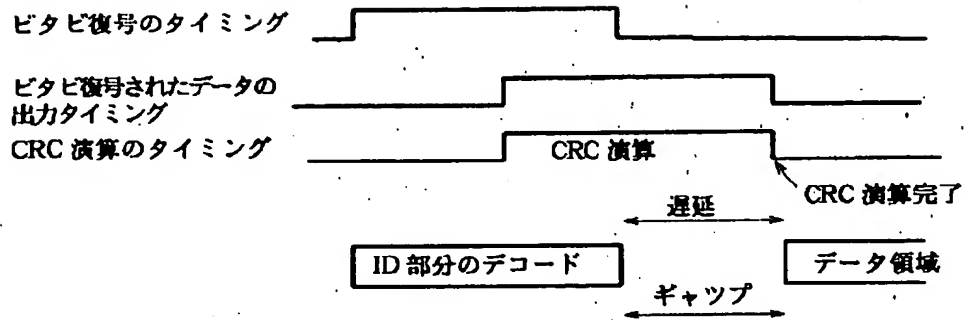


【図49】

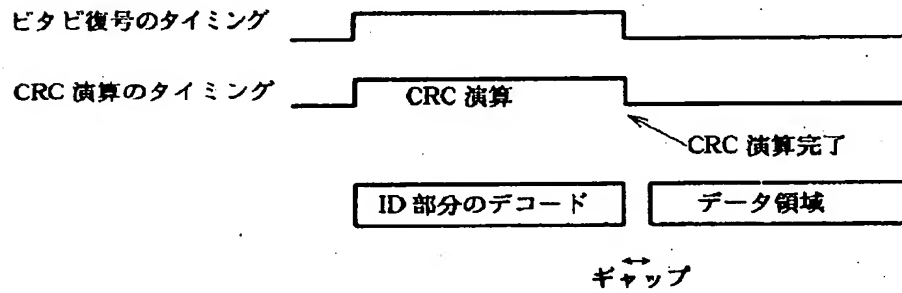


【図50】

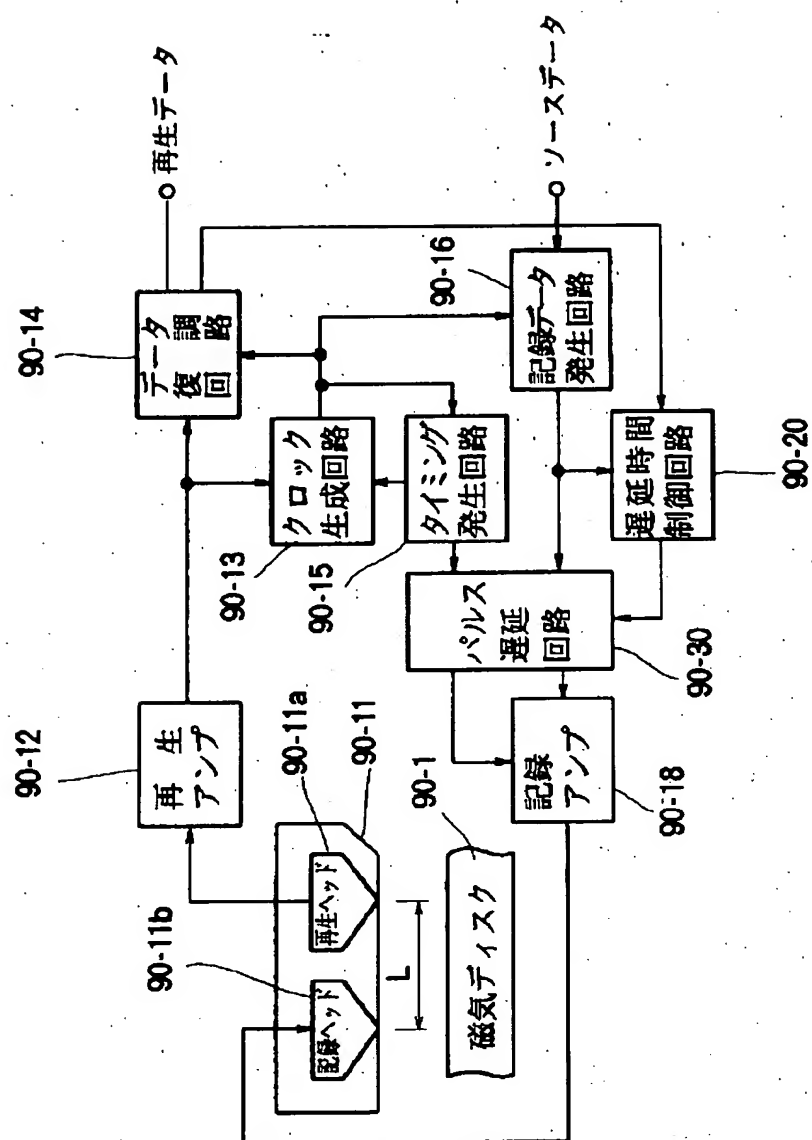
## (a)従来方式



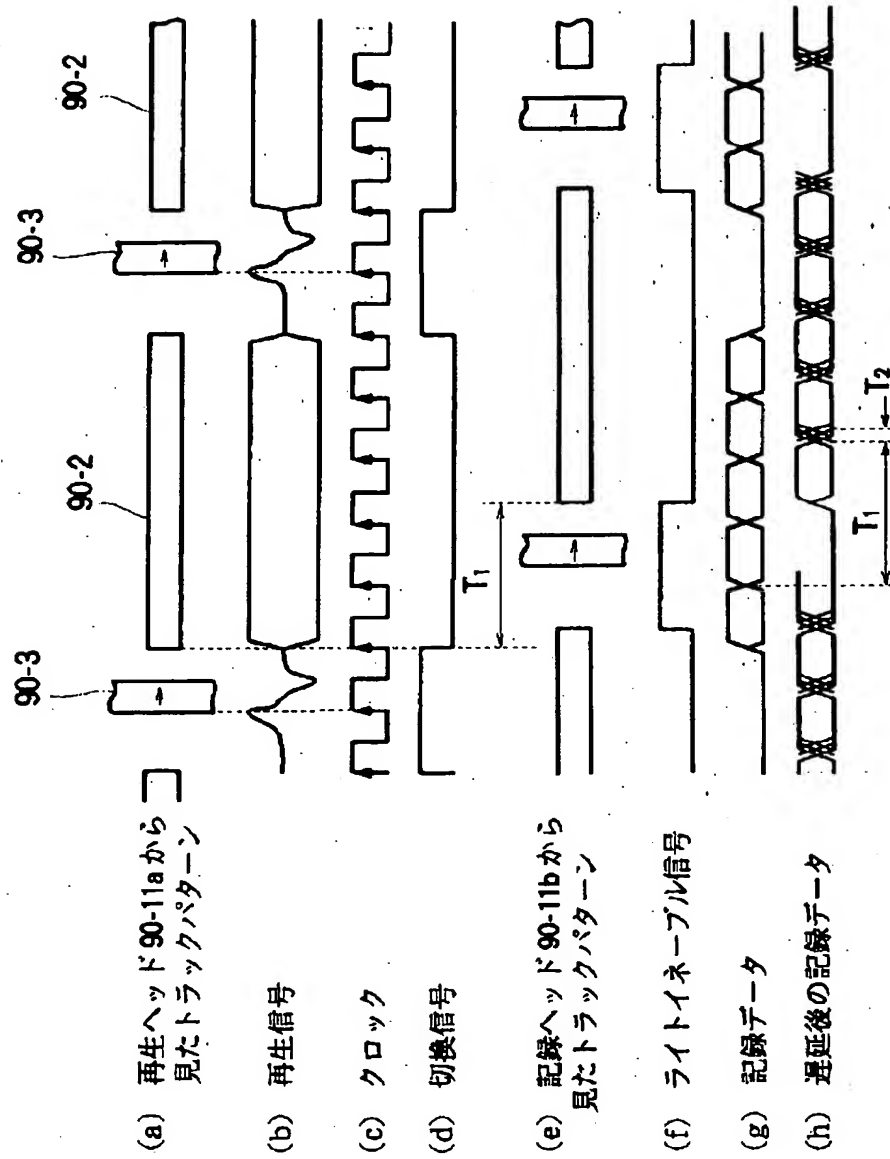
## (b)再生回路80-80の方式



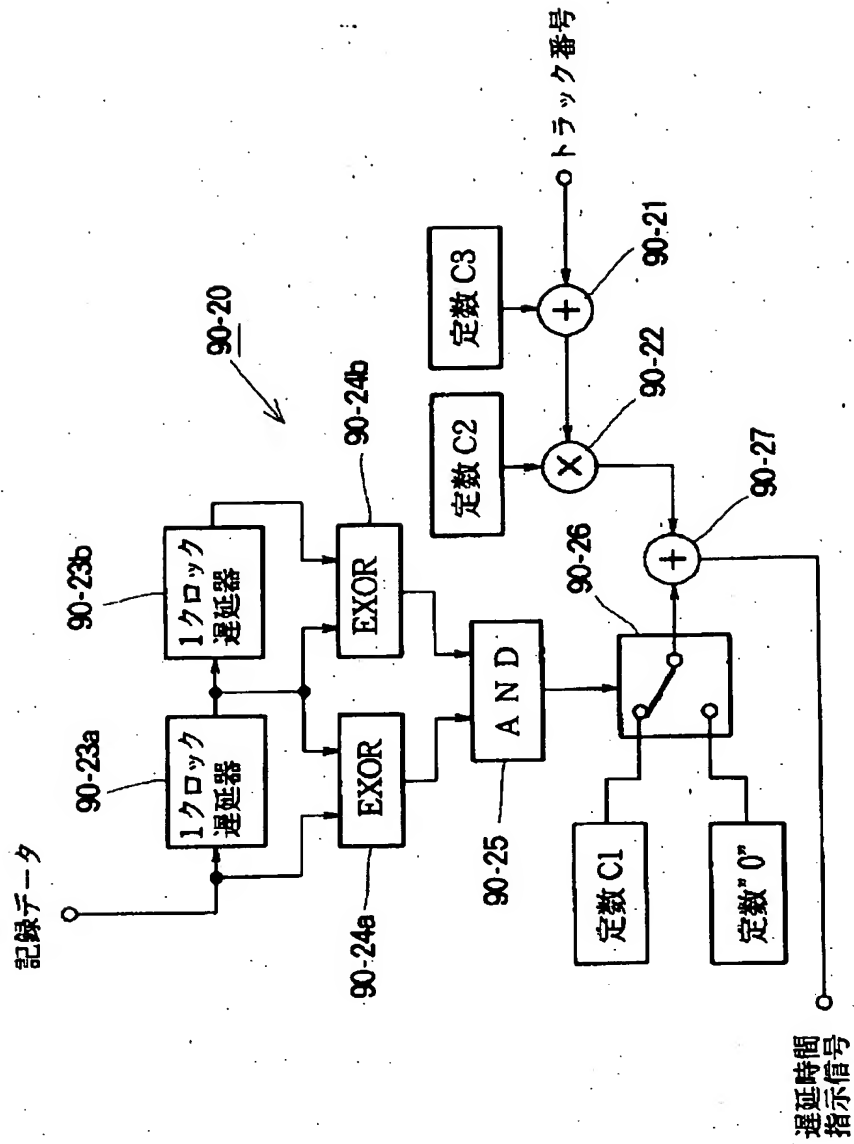
【図51】



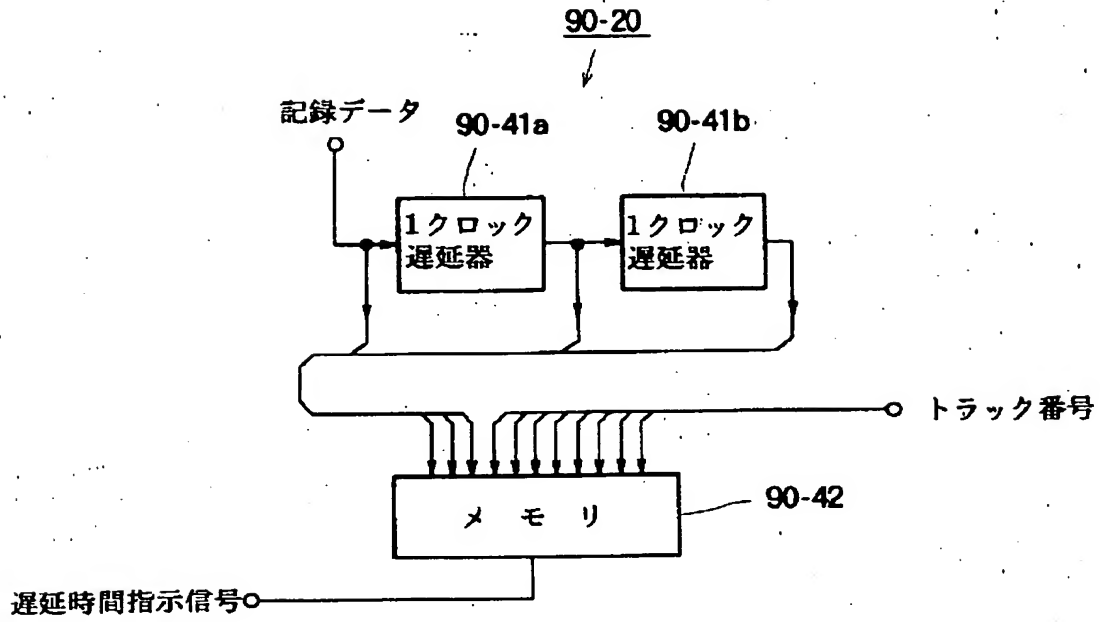
【図52】



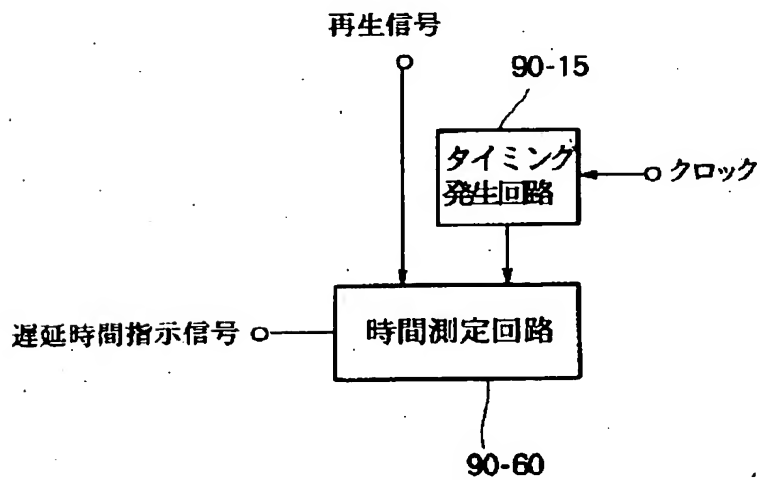
【図53】



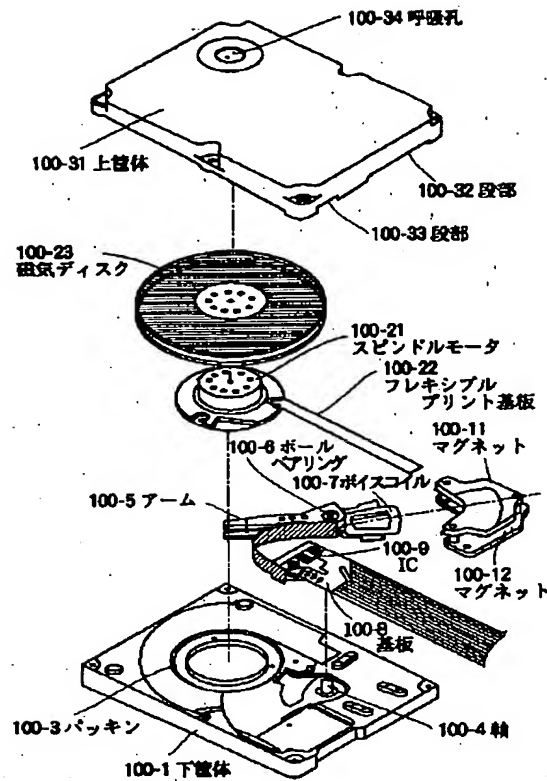
【図55】



【図57】



【図59】



フロントページの続き

(72) 発明者 河副 一重  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(72) 発明者 武藤 隆保  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(72) 発明者 森田 修身  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(72) 発明者 林 信裕  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(72) 発明者 石田 武久  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(72) 発明者 石岡 秀昭  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(72) 発明者 山腰 隆道  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内